

# رواد المعرفة عبر القرون

من أرخميدس حتى هاوكينج

الجزء الأول

ترجمة

د. إيمان نوري الجنابي

1432 هـ - 2011 م



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## الجزء الأول

### رواد المعرفة عبر القرون

من أرخميدس حتى هاوكنج

٢) وزارة الثقافة والإعلام، المجلة العربية، ١٤٣٢هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

بكوفر، كلفور د.أ.

رواد العلم عبر القرون من أرخميدس حتى هاوكنج/ كلفور د.أ.

بكوفر . الرياض، ١٤٣٢هـ

٣ مج.

١٠٧٦ ص : ٢٣,٥x١٥,٥ سم

ردمك ٩٧٨-٦٠٣-٨٠٧٩-٠٢-٧ (مجموعة)

٩٧٨-٦٠٣-٨٠٧٩-٠٥-٨ (ج٣)

١ - العلماء ٢ - العلوم - تراجم أ. العنوان

ديوي ٩٢٥ ١٤٣٢/٨٢٠

رقم الإيداع: ١٤٣٢/٨٢٠

ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٨٠٧٩-٠٢-٧ (مجموعة)

٩٧٨-٦٠٣-٨٠٧٩-٠٥-٨ (ج٣)

قوانين العلوم والعقول الجبارة التي أبدعتها

ARCHIMEDES

TO HAWKING

CLIFFORD A.

PICKOVER

Oxford

UNIVERSITY PRESS

2008

جميع حقوق الطبع محفوظة، غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب، أو اختزانه في أي نظام لاختزان المعلومات واسترجاعها، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة سواء كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية، أو استنساخاً، أو تسجيلاً، أو غيرها إلا في حالات الاقتباس المحدودة بغرض الدراسة مع وجوب ذكر المصدر.

# **رواد المعرفة عبر القرون**

**من أرخميدس حتى هاوكنج**

**تأليف**

**د. كلفورد أ. بكوفر**

**ترجمة**

**الدكتور إيمان نوري الجنابي**

**الطبعة الأولى**

**1432هـ - 2011م**



كتاب  
العريضة  
15

رئيس التحرير  
د. عثمان الصيني

[www.arabicmagazine.com](http://www.arabicmagazine.com)

لمراسلة المجلة على الإنترنت

[info@arabicmagazine.com](mailto:info@arabicmagazine.com)

---

الرياض: طريق صلاح الدين الأيوبي (الستين) - شارع المنفلوطي

تليفون: 966-1-4778990 فاكس: 966-1-4766464

ص.ب 5973 الرياض 11432

## فهرس الكتاب ومحتوياته

— أنا لا أوافق الرأي القائل بأن الكون لغز مبهم... فمثل هذا الرأي لا ينصف الخطوة الجبارة التي خطتها الثورة العلمية التي بدأت منذ أربعة قرون على يد (غاليليو) والتي دفعها (نيوتن) بحزم إلى الأمام. لقد أثبت تينك العالمان ومن جاء بعدهما من الأفذاذ بأن الكون (أو جوانب واسعة منه على الأقل) لا بد وأن تخضع لتفسير القوانين الرياضية في تصرفها. لقد قمنا عبر السنين بالاستفادة من أعمال وأفكار العملاقين (غاليليو) و(نيوتن)... فصارت في حوزتنا كافة القوانين التي تحكم كل ما يحيط بنا... أو نكاد! هاوكنج

- من كتابه: الثقوب السوداء والأكوان الفتية ومقالات أخرى.

Stephen Hawking, Black Holes and Baby Universes and other Essays.

ضمت مقدمة الكتاب أمهات القوانين؛ نصوصها وتعريفها وشرحها وسيرة حياة مكتشفها، وعلاقة العلم بالتدين والفرق بين القوانين والنظريات وفكرة عن التوزيع الجغرافي لمسقط رأس مبدعيها، وضم فهرست الكتاب المداخل التالية:

كتب مختارة من مؤلفات الدكتور (كلفورد أ. بكوفر).....	15
صور من التاريخ.....	20
شكرو عرفان.....	24
مقدمة المترجم.....	28
ملاحظات المؤلف حول المصطلحات العلمية والرموز الرياضية	
المستعملة في هذا الكتاب.....	33

□ مقدمة الكتاب.....	35
---------------------	----

## الباب الأول

38	قوانين الطبيعة .....
45	مبدعو القوانين.. من هم؟ .....
58	مناقضة المسيحية للعلم و مناهضتها له .....
60	مناقضة المجتمعات للعلم و مناهضتها لرواده .....
70	أ من العدل أن يطلق اسم شخص على قانون؟ .....
78	أ نظريات أم قوانين؟ .....
86	أ نكتشف القوانين أم نخترعها؟ .....
88	الرياضيات المبسطة والحقيقة .....
93	ما هي الحقيقة حقاً؟ .....
96	أسلوب ترتيب الكتاب والغرض منه .....
102	توزيع مبدعي القوانين عبر الزمن .....
107	أين عاش مكتشفو القوانين ومبدعوها؟ .....
113	متى سيكتشف القانون الأخير في الكون؟ .....

## الباب الثاني

### الفصل الأول

(250 ق.م – 1700 م)

126	مبدأ الطفو (لأرخميدس) عام (250) قبل الميلاد .....
-----	---

قوانين كبلر لحركة الكواكب عامي (1609 و 1618).....	144
قانون (سنيل) للانكسار عام (1621).....	171
قانون المطاوعة لـ(هوك) عام (1660).....	188
قانون (بويل) للغازات عام (1662).....	206
قوانين (نيوتن) للحركة والجاذبية والتبريد عامي (1687 و 1701).....	221

## الفصل الثاني

### القرن الثامن عشر (1700 – 1800)

قانون (برنولي) لحركة الموائع عام (1738).....	284
قانون (لامبير) للانبعاث الضوئي عام (1760).....	304
قانون (بود) لمسافات الكواكب عام (1766).....	316
قانون (كولوم) للكهربائية المستفرة عام (1785).....	329
قانون (شارل) للغازات عام (1787).....	352

## الفصل الثالث

### القرن التاسع عشر – (1800 – 1900)

قانون (دالتن) للضغط الجزئية عام (1801).....	368
قانون (هنري) للغازات عام (1802).....	389
قانون (غاي – لوساك) لأحجام الغازات المتفاعلة عام (1808).....	399
قانون (أفوكادرو) للغازات عام (1811).....	411

قانون (بروستر) لاستقطاب الضوء عام (1815) .....	423
قانون (ديولو و بتي) للحرارة النوعية عام (1819) .....	443
قانون القوة المغناطيسية لـ (بايو و سافار) عام (1820) .....	463
قانون (فورييه) للتوصيل الحراري عام (1822) .....	477
قانون (أمبير) للكهر ومغناطيسية ودوائرها الكهربائية عام (1825) .....	498
قانون (أوم) للمقاومة الكهربائية عام (1827) .....	513
قانون (كراهام) للتنافذ عام (1829) .....	534
قانونا (فراي) للحث الكهر ومغناطيسي والتحليل الكهربائي عامي (1831 و 1833) ..	553
قانونا (كاوس) للكهربائية و المغناطيسية عام (1835) .....	591
قانون (بويسيل) لجريان الموائع عام (1840) .....	626
قانون (جول) للتسخين و التدفئة الكهربائية عام (1840) .....	639
قانونا (كرشهوف) للدوائر الكهربائية و الإشعاع الحراري عامي (1845 و 1859) ...	659
قانون (كلوزيس) للديناميكا الحرارية عام (1850) .....	680
قانون اللزوجة لـ (ستوك) عام (1851) .....	724
قانون (بير) للامتصاص الضوئي عام (1852) .....	752
قانون (ويدمان - فرانز) للتوصيل الكهربائي و الحراري عام (1853) .....	758
قانون (فك) للانتشار عام (1855) .....	768
قانون (باي - بالو) للرياح و الضغط الجوي عام (1857) .....	783
قانون الخاصية الشعرية (لأوتفش) عام (1866) .....	793
قانونا (كولروش) للتوصيل الكهربائي عامي (1874 و 1875) .....	803
قانون (كيوري) للمغناطيسية عام (1895) .....	815

قانون (كيوري - ويس) للمغناطيسية تعميمه عام (1907) ..... 819

## الفصل الرابع

القرن العشرون وما بعده - (2000 - ...)

أفكار للتأمل ..... 842

قانون إشعاع (بلانك) عام (1900) ..... 844

قانون إزاحة (فين) عام (1893) ..... 849

قانون إشعاع (ستيفان - بولتزمان) عام (1884) ..... 851

قانون (رايلي - جينز) عام (1900) ..... 855

إضافات أخرى لقوانين (بلانك) ... موضوعات (بلانك) عام (1900) ..... 856

قانون (براك) لاستطارة الضوء في البلورات عام (1913) ..... 878

مبدأ الشك (لهيزنبرك) عام (1927) ..... 896

قانون (هابل) لتمدد الكون عام (1929) ..... 918

## الباب الثالث

- المتنافسون العظام - ..... 944

وهم الأفذاذ الذين استطاعوا أن يباروا مبدعي القوانين

و مكتشفها بوضع التصانيف الأكثر قبولاً لمجموعة

القوانين الخالدة التكميلية والحاملة - إلى الأبد - لأسمائهم

## الفصل الأول

### قوانين الحقبة الزمنية (1600 – 1700)

948..... قانون تذبذب (مرزن)

949..... قانون (تورشيلى) لإفاضة الموائع

## الفصل الثانى

### قوانين الحقبة الزمنية (1700 – 1800)

954..... قاعدة (موبرتو) للفعل الأدنى عام (1746)

956..... قانون (رختر) للتفاعلات الكىمىاوية عام (1791)

## الفصل الثالث

### قوانين الحقبة الزمنية (1800 – 1900)

958..... قانون (مالو) لاستقطاب الضوء عام (1809)

959..... قانون (بل - ماجندى) لفعل الأعصاب عام (1811)

961..... قانون (فون همبلت) لخطوط الأشجار عام (1817)

962..... قوانين (فرسنل - أراكو) فى البصريات عام (1819)

963..... قانون (مشرلخ) لتمائل الأشكال عام (1821)

964..... مبدأ (هملتن) للأنظمة الحركية عام (1835)

- 966..... مبدأ استقطارية أو حيود الضوء (لباينيه) عام (1838)
- 968..... قانون (هس) لثابت الحرارة عام (1840)
- 969..... قاعدة (بركمن) لأحجام أنواع الحيوانات عام (1847)
- 971..... قانون (كلادستون - ديل) لانكسار الضوء عام (1858)
- 972..... قانون (كوب) لحفظ سعة الحرارة عام (1864)
- 973..... قاعدة (ماتيهزن) للمقاومة الكهربائية عام (1864)
- 974..... قانون لزوجة الغازات (لماكسويل) عام (1866)
- 975..... مبدأ (برتلو - تومسن) للتفاعلات الكيميائية عام (1867)
- 976..... قانون (مندليف) الدوري للعناصر عام (1869)
- 977..... قانون (لورنز - لورنز) لمعاملات انكسار الضوء عام (1870)
- 978..... قانون (كوب) لخفض درجة انجماد المحاليل عام (1871)
- 979..... قانون توزيع (بولتزمان) عام (1871)
- 981..... قانون سطوع الضوء (ألبينيه) عام (1877)
- 982..... قاعدة (ألن) لهيئة الأجساد عام (1877)
- 984..... قانون (نرنست) لفروق جهد الأقطاب الكهربائية عام (1880)
- 986..... قانون (راول) لضغط البخار عام (1882)
- 987..... قانون (فان هوف) للضغط التناقصي عام (1885)
- 989..... قانون (رامزي - يونك) للضغط البخاري عام (1885)
- 990..... قانون كثافة (كاتيليه - ماتيه) عام (1886)
- 991..... قانون (دول) للتطور عام (1890)
- 993..... قانون لزوجة السوائل (أسوذرلاند) عام (1893)

قانون القوة الكهربائية المستقرة والمغناطيسية (لورنز) عام (1895) ..... 995

## الفصل الرابع

### القرن العشرون (1900... وما بعده)

قانون التمدد الحراري (لكرونسن) عام (1908) ..... 998

قانون (سابين) لمواصفات الصدى عام (1910) ..... 999

قانون (جايلد) لتيار ثنائي الأقطاب (الدايود) عام (1911) ..... 1001

مبدأ (جيجر - نوتال) لطاقة الجزيئات المشعة عام (1911) ..... 1002

قانون امتصاص الفوتونات (لأينشتين و ستارك) عام (1912) ..... 1004

قانون (ليفث) لبريق ولمعان النجوم عام (1921) ..... 1006

قانون (فريدل) لانعكاس أشعة (إكس) عام (1913) ..... 1008

قانون (موسلي) لانبعاث أشعة (إكس) عام (1913) ..... 1009

قانون (ستيمنز) للمغناطيسية عام (1961) ..... 1011

قانون (بوز و أينشتين) لتوزيع الطاقة عام (1924) ..... 1014

مبدأ فرانك - كوندون لإعادة التوزيع الإلكتروني عام (1925) ..... 1015

مبدأ إقصاء (باولي) عام (1925) ..... 1016

قانون توزيع (فرمي - ديراك) عام (1926) ..... 1018

قاعدة (موسكو ويتز - لومباردي) للتوزيع المغناطيسي عام (1973) ..... 1020

قوانين الثقوب السوداء (أهاوكنج) عام (1970 ...) ..... 1021

## الباب الرابع

### الفصل الأول

#### - مسك الختام -

يطرح هذا المدخل باختصار موضوع الرشاقة الرياضية وجماليتها في التعبير عن الإنجاز العلمي البشري، إضافة إلى علاقة الفيزياء بالدين مع ذكر المزيد من المعادلات والتطرق إلى فيزيائيين عظام من أمثال ( أينشتاين ) ومعادلته الشهيرة ( $E=mc^2$ )، ومعادلات (مكسويل)، والمعادلة

الموجية (لشرودنجر)، والمعادلة الموجية (لدوبروكلي)، ومعادلات المجال (لأينشتاين) الخاصة

بنظريته العامة في النسبية، ومعادلة (ديراك)، ومتوالية (بالمر)، ومعادلة (يانك-ملز)، ومعادلة (ديراك)، ومعادلات (شانون)، والتخطيط اللوجستي.

القول الفصل في جمال الرياضيات ورشاقها وفضلها على سائر العلوم ..... 1032

أعلام المعادلات في تاريخ العلوم ..... 1037

قوائم بأفضل الإنجازات العلمية البشرية (كشف حساب) ..... 1043

### الفصل الثاني

- المعادلات الأعظم - ..... 1047

أمهات المعادلات في تاريخ البشرية ..... 1048

- 1056.....حكومة (نيكاراكوا) والمعادلات الرياضية وطوابع البريد
- 1059.....(نيكاراكوا) وقائمة الطوابع البريدية التي أصدرتها
- 1063.....- الفيزياء وعلاقتها بالدين -
- 1066.....مصادر الكتاب ومراجعته
- 1070.....تعريف بالمؤلف

## كتب مختارة من مؤلفات د. كلفور د. أ. بكوفر

اختبار كشف الذكاء للمخلوقات الفضائية

دليل المبتدئين نحو الخلود

دليل المسافرين إلى الثقوب السوداء

التفاضل والتكامل والبيتزا

الفوضى والتجزئة

الفوضى في بلاد العجائب

الحواسيب والنماذج والفوضى والجمال

الحواسيب وملكة الخيال

أصول الإخفاء : الشفرات والكتابة السرية

الحلم بالمستقبل

الصحة في المستقبل

الآفاق التجزئية واستخداماتها المستقبلية

مشارف المنظور العلمي

الفتاة التي ولدت أرانباً

الفيروس السماوي

اللانهاية ومفاتيحها

نادي إزالة الفصوص الدماغية

المنوال الإلهي

الرياضيات الغريبة

مناهات الفكر : الحواسيب واللامتوقع



شريط - (موبيس)

متناقضة الوجود الإلهي والعلم الكوني

الهيام بالرياضيات

الكتاب النموذجي للتجزئية والفن والطبيعة

علم المخلوقات الفضائية

الجنس والمخدرات وأينشتين وألفس برسلي

أرجل العناكب (مشاركة بيرز أثوني)

التناظر الحلزوني (مشاركة أستيفان هاركيتي)

العبقرية وأدمغتها الغريبة

(السوشي) لا تنام أبدا

نجوم الفردوس

التزحلق خلال الفضاء اللامتناهي

مرشد المسافرين عبر الزمن

منظورنا للمستقبل

تصور المعلومات البيولوجية

عجائب الارقام

(زين) والمربعات والدوائر والنجوم السحرية

ولتوخي الدقة في البحث وإيجاد الكتب أعلاه ولإكمال الفائدة في الاطلاع على

تفاصيلها، ارتأيت أن أدرج عناوينها كما جاءت في صدر الكتاب وبلغتها الأصلية كما يلي :

## SELECTED BOOKS BY CLIFFORD A. PICKOVER

The Alien IQ Test  
 A Beginner's Guide to Immortality  
 Black Holes: A Traveler's Guide  
 Calculus and Pizza  
 Chaos and Fractals  
 Chaos in Wonderland  
 Computers, Pattern, Chaos, and Beauty  
 Computers and the Imagination  
 Cryptorunes : Codes and Secret Writing  
 Dreaming the Future  
 Future Health  
 Fractal Horizons : The Future Use of Fractals  
 Frontiers of Scientific Visualization  
 The Girl Who Gave Birth to Rabbits  
 The Heaven Virus  
 Keys to Infinity  
 The Lobotomy Club  
 The Loom of God  
 The Mathematics of Oz  
 Mazes for the Mind : Computers and the Unexpected  
 The Mobius Strip  
 The Paradox of God and the Science of Omniscience  
 A Passion for Mathematics  
 The Pattern Book: Fractals, Art, and Nature  
 The Science of Aliens  
 Sex, Drugs, Einstein, and Elves  
 Spider Legs (with Piers Anthony)  
 Spiral Symmetry (with Istvan Hargittai)  
 Strange Brains and Genius  
 Sushi Never Sleeps  
 The Stars of Heaven  
 Surfing Through Hyperspace  
 Time: A Traveler's Guide  
 Visions of the Future  
 Visualizing Biological Information  
 Wonders of Numbers  
 The Zen of Magic Squares, Circles, and Stars



# **رواد المعرفة عبر القرون**

**من أرخميدس حتى هاكنج**

**تأليف**

**الدكتور كلفورد أ. بكوفر**

**ترجمة**

**الدكتور إيمان نوري الجنابي**

**إكسفورد**

**مطبعة إكسفورد**

**2008**



## Babylonian ancient Tablets Reveals Sophisticated Mathematical Achievements.

إضافة المترجم

القطعة رقم [Yale Babylonian Collection – YBC 7289] ضمن مجموعة جامعة (ييل – Yale) للرقم البابلية القديمة، وتمثل نموذجاً من الصلصال النقي نقش عليه بالكتابة المسمارية، ما عرف لاحقاً بـ (نظرية فيثاغورس – Pythagorean Theorem)<sup>(1)</sup> إضافة إلى أرقام حسابية تمثل تقريباً صحيحاً للجذر التربيعي للرقم اثنين (2) يعود تاريخها إلى حوالي القرنين التاسع عشر والسابع عشر قبل الميلاد. (صورة خاصة بـ West Semitic

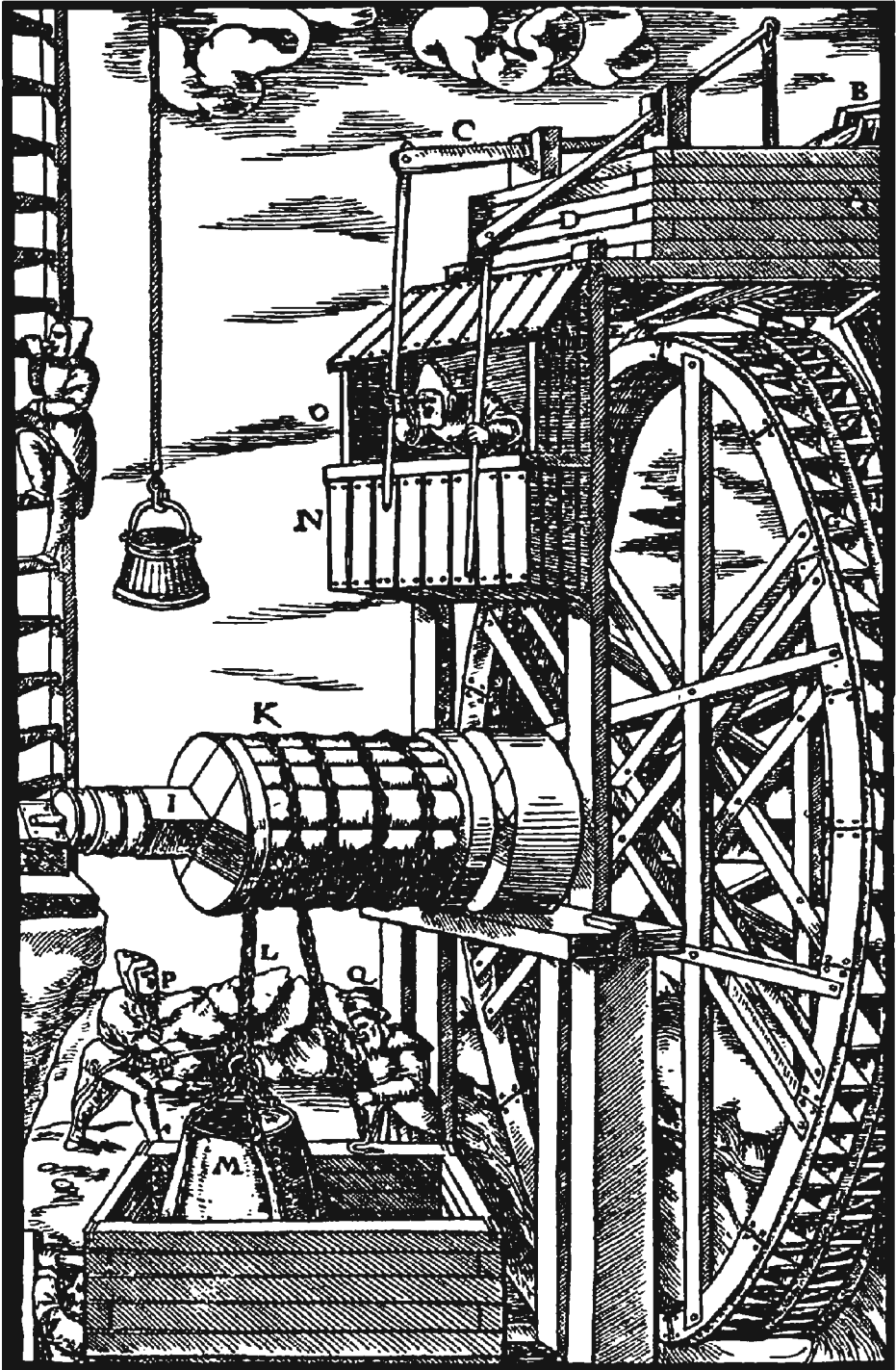
Research) من معروضات (معهد دراسات العالم القديم – ISAW

(Institute for Study of the Ancient world)

لدى افتتاحه في جامعة نيويورك (New York University) يوم الثاني عشر من شهر

نوفمبر (تشرين ثان) عام 2010م.

(1) وهي العلاقة الهندسية التي تربط مساحات المربعات المقامة على أضلاع المثلث القائم الزاوية في نطاق (الهندسة الإقليدية التقليدية)، وتنص على مساواة مساحة المربع المقام على وتر مثلث قائم الزاوية لحاصل جمع مساحتي المربعين المقامين على ضلعيه الآخرين،  $(a^2 + b^2 = c^2)$ . سميت بإسم الفيلسوف والرياضي الإغريقي [فيثاغورس (570 – 495 ق. م.) Pythagoras the Sami] ونسبت إليه مع إثباتها رغم الجدل والإثبات العلمي بأن المعرفة بها كانت قد سبقته. (المترجم).





لعله من البديهي أن الطبيعة لم تكشف كل أسرارها للإنسان منذ الأزل، وإنما أعطته غاية  
الإمكانات ووفرت له كافة الفرص لاكتشاف كل ما خفي عليه في كونه الذي يحيط به ...  
تدريجياً

-Xenophanes of Colophon (C. 500B.C.)<sup>(1)</sup>



(1) فيلسوف وشاعر ومُنظّر اجتماعي وديني يوناني عاش في الفترة من (570 حتى 480 ق.م) في اليونان وكان السباق في رفض فكرة تعدد الآلهة واتخاذها شكل وتصرف البشر، آمن بالتوحيد وبإمكانية حفظ المعرفة ونشرها خارج حدود بلاده والعمل على المحافظة عليها حتى بعد زوال واضعها ودولهم - (المترجم) .

– لا يمكنني تغيير قوانين الفيزياء يا كابتن !!

سكوت لكابتن كيرك في المسلسل التلفزيوني (ستار ترك)

- Scotty Montgomery- Scott to Captin Kirk, in (The Naked Time), Star Trek TV series.

– إنه لمن دواعي العجب وحسن الطالع أن نتمكن من التعبير عن مكونات الطبيعة بدوال رياضية بسيطة نسبياً .

كارنب

- Rudolf Carnap, classroom lecture.

مقتبسة من كتابه (محاضرة في فصل)

– هنالك في اللامتناهي من أبحر الفوضى ، مُدَّت يد القدر ... ويلمسة حانية مفردة من أنملة بنان واحدة (بعثرت) عن هيجانها، نقطة ضئيلة بائدة ... فيها تكونت دوامة من المعادلات ، لفت (بالحرير) حتى تجسّد في رحمها كوننا الجميل .

كاردنر

Martin Gardner, from (Order and Surprise).

مقتبسة من كتابه (النظام والمفاجأة)

– تُعد المعادلات العظيمة التي تحكم الفيزياء الحديثة جزءاً لا يتجزأ من الموروث العلمي وخزينته المعرفي، تلك المعادلات التي لا أهلك مطلقاً بصمودها وخلودها بعد فناء الكون وتحول كل ما فيه إلى قاع صفصفا .

وينبرك

Steven Weinberg, in Graham Farmelo'

( It Must Be Beautiful ).

مقتبسة من كتابه (لا بد أن تكون فائقة) .



## شكر وعرفان

لقد ساعد (نيوتن) على الشروع بالثورة الصناعية حينما وضع قوانينه في القوى والجاذبية، وعمل (فاراداي) على إذكاء علم وعالم الكهرباء بوضعه قوانين الكهرباء والمغناطيسية، أما (أينشتاين) فقد أطلق عملاق الطاقة الذرية من عقاله حينما وضع معادلته  $E = mc^2$ ، أما الآن فنحن على أعتاب النظرية الجامعة لكل قوى الكون - نظرية المجال الموحد - والتي قد تقرر يوما مصير الجنس البشري بأكمله .

Michio Kaku ( BBC Interview on Parallel Universes )

كاكو من مقابلة له مع هيئة الإذاعة البريطانية حول (الأكوان الموازية).

استهل كتابي هذا بتقديم أسخى آيات الشكر والعرفان للأعزاء الذين أسهموا - بجد - في إخراجه عن طريق ملاحظاتهم واقتراحاتهم القيمة وهم : (تيجا كراسك - Teja Krasek) و (ستيف بلاتنك - Steve Blatting)، و (كراهام كلغري - Graham Cleverley)، و (مارك ماندر - Mark Mandor)، و (بول موسكووتر - Paul Moskowitz)، و (بت يارنيز - Pete Barnes)، و (دنس كوردن - Dennis Gordon) .

لقد استمتعت غاية الاستمتاع خلال رحلة دراستي للجسم الكثير من روائع المصادر والمواقع العلمية الإلكترونية وإطلاعي على سير الشخصيات العلمية في طريق بحثي الطويل عن القوانين التي ضمها هذا الكتاب، وقد أوردت كشفا موسعا لكل تلك المصادر في نهاية الكتاب وأفردت لها بابا خاصا بها . لقد ضمت تلك المصادر ضمن ما ضمت : موسوعة مك كرو - هيل (Mc Graw - Hill) للعلوم والتكنولوجيا وموسوعة فان نوستراند (Van Nostrand) العلمية والموسوعة البريطانية (Britannica) ومعجم نظريات جنيفر بوثاملي (Jennifer Bothamley)،

وتاريخ أرشيف الرياضيات على موقعه الإلكتروني : ([www.history.mcs.st-and.ac.uk](http://www.history.mcs.st-and.ac.uk)) ، والويكيبديا - الموسوعة المجانية على الموقع الإلكتروني : ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)) ، وعالم أرك ويتستين للفيزياء (على الموقع الإلكتروني : [www.scienceworld.wolfram.com/physics](http://www.scienceworld.wolfram.com/physics)) ، والمنظور الفيزيائي الشامل على الموقع الإلكتروني : ([hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html](http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html)) .

ومن الجدير الإشارة إلى أحد أهم مصادر كتابي هذا ألا وهو (معجم سير العلماء الذاتية) للكاتب (جارلس كولستن كلسبي - Gillispie Charles Coulston) ، للناسر (جارلس سكرنر وأولاده - Charles Scribner's & Sons) .

وللراغبين في الاستزادة من هذا السفر الضخم المتعدد الأجزاء، أقترح عليهم مراجعة المقالة القيمة لجارلس سكرنر الابن (Charles Scribner, Jr.) والمنشورة في الدورية المرموقة المعروفة باسم - مقدمات المجمع الفلسفي الأمريكي - (Proceedings of the American philosophical Society) تحت عنوان (نشر معجم سير العلماء الذاتية) (124 (5) : 320-322، 1980، October 10).

لقد نفضت الكثير من الغبار وأعدت قراءة عدد من المسودات ورتبت الغزير من كتب الفيزياء القديمة والمكدسة في سرداب دارنا منذ أيام الجامعة والتي ظلت صامدة أمام عدد من محاولات العائلة للتخلص منها لفسح المجال لحاجات آخر .

أضيف لما سبق عدداً من المصادر النافعة التالية والتي آليت إلا أن أدرج عناوينها وأسماء مؤلفيها بلغتها الأم بعد ترجمتها وذلك لتعميم الفائدة وتسهيل الحصول عليها للراغبين في ذلك؛ وهي : (القوانين والمبادئ والنظريات العلمية) لروبرت كريس و (المئة : تصنيف المئة شخصية الأكثر تأثيراً في التاريخ) لميشيل هارت و (الخوف من الفيزياء) للورنس كراوس و (المقدمة في الفيزياء للعلماء والمهندسين) لفريدريك بيوش و (تطور مفاهيم الفيزياء) لأرنولد أرونز و (النظام والمفاجأة) لمارتن كاردنر و (المعادلات الخمس اللائي



غيرن وجه العالم) لميشيل كيولن و (لا بد أن تكون فاتنة : المعادلات العظيمة للعلم الحديث) لكرامه فارميلو و (مواصفات القانون الفيزيائي) لريجارد فينمن و (أعراف اندثرت) لجون كاستي .

Related useful works include Robert Krebs's ( Scientific Laws, Principles, and Theories,) Michael Hart's (The 100 : A Ranking of the Most Influential Persons in History,) Lawrence Krauss's (Fear of Physics), Frederick Bueche's (Introduction to Physics for

Scientists and Engineers), Arnold Aron's (Development of Concepts of Physics), Martin Gardnr's (Order and Surprise), Michael Guillen's The Five Equations That Changed the World), Graham Farmelo's (It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science), Richard Feynman's (The Character of Physical Law), and John Casti's (Paradigms Lost).

يعود التخطيط الذي صدرت به كتابي (مع التعليق الذي يذيله لزينوفن Xenophane ) لكتاب المعادن لمؤلفه (جيروجيس أكريكولا - Gerogius Agricola ) وعنوانه الأصلي باللاتينية هو (De re metallica) وهو أول كتاب صدر في عام (1556) حول التعدين وعلوم المعادن والذي استند على البحث العلمي الميداني والملاحظات الدقيقة ، ويمكنك الحصول على ذلك الكتاب النفيس اليوم من دار منشورات دوفر (Dover). أما مخطط الفلكي مع فرجاله على الصفحة الثانية فلقد سبق وأن صدر به (ألبرخت ديورر - Albrecht Durer) كتابه الموسوم (Messahalal, De Scientia motus orbis) والذي كان قد صدر في عام (1504) .

(أما صورة الرقيم الطيني البابلي والحاوي على القانون الرابط بين مساحات المربعات المقامة على أضلاع المثلث القائم الزاوية، مع ما صاحبه من تقريب صحيح لقيمة الجذر

التربيعي للعدد اثنان (2)، فما هي إلا شاهداً شاخصاً معبراً عن الكثير من أسس العلوم ونوابع الإبداع وجميل الفنون التي سبقنا بها العالم. ولعلها مع إعمار القلوب بالآيمان ستعيد قطار السبق إلى سابق عهده).



## مقدمة المترجم

لقد أغثناني الدكتور (كلفورد أ. بكوفر) في ترجمتي لمقدمته عن الخوض في غمار خلاصات هذا الكتاب وتفاصيل مفرداته وعن التقديم له والتعريف بمحتوياته، فقد شملت تلك المقدمة عرضاً ضافياً وافياً لكل ما يمكن أن يقال في هذا الباب عن هذا الكتاب... ولم يتبقى لي سوى التطرق إلى بعض الملاحظات الخاصة التي تبلورت لدي خلال رحلتي معه... والتي حرصت أن أشاركك - عزيزي القارئ - بها تقريباً إليك واستئناساً برأيك، ومنها...

لم أتقصّد قط أن تكون ترجمتي لهذا الكتاب، ولا عُنْجالي في التقديم له خطبة رجل واعظ ولا نصيحة إمام مُصلح، بل قصدت بها ترجمة أمينة ودقيقة لما فكر به وعرضه العديد من علماء هذا الكتاب ومبدعي قوانينه ولما قام به المؤلف من نقل صادق لأرائهم فيه، وإن كان هذا الشعور قد انتابني عند مباشرتي بقراءة هذا الكتاب قبل التردد بشروعي في ترجمته. إلا أن استغرابي حول ما سبق سرعان ما تبدد بعد ما اتضح لي بصورة جلية (من خلال نقل أقوال أعلام الكتاب والإطلاع على أفكارهم) ركون منطقهم الصريح وتفكيرهم المجرد (بعد أن أزيح عنه الكثير من غبار الكبر والعنت) إلى صواب الهداية للإعلان عن الإيمان طريفاً، وإلى إدراك عظمة وحدانية الله (عز وجل) سبيلاً.

لقد عرضت الموقف الديني الرسمي المسيحي من العلوم والقوانين كما جاء به مؤلف الكتاب وكما نقله هو عن مبتكري القوانين ومؤرخي العلوم الذين ضم نتائجاتهم وبنات أفكارهم إلى مراجعته، وآرائهم ضمن عرضه، ولم أَدْخُل في أي نقاش أو تعليق.... ولا في أي معارضة أو تفنيد لما جاء هو به، كما لم أضع نفسي لا في موضع المقارن المُصحح ولا في موقف المدافع المقوه لنسبة هذا الاكتشاف

أو ذاك لهذا العالم أو ذاك .... ولكن لابد أن يكون لي في المستقبل القريب (بإذن الله تعالى وبمشيئته سبحانه) دَلِيلٌ أدلو به حول تلك الأحداث خصوصاً فيما يتعلق بأهمية التوثيق العلمي التاريخي الموسَّع حضارياً وجغرافياً وعزرو الاكتشاف الأول لصاحبه الأقدم من دونما حدود من زمن أو انحياز لفئة.

لم يقتصر حرصني خلال كامل رحلة تمتعي بترجمة هذا السفر السمين على ذكر (وكلما سنحت لي الفرصة) المصدر الأجنبي بلغته الأصلية وذلك حرصاً على الإفادة وتشجيع القارئ النطاسي على سبر غور النص من منبعه، بغية في التأصيل وتعميقاً لإدراك نكهة اللغة الأم فحسب، وإنما حرصت أيضاً على إضافة العديد من الشروحات الموجزة والتوضيحات المركزة للكثير من المصطلحات الفيزيائية والتعابير العلمية، ولخصت الهام من الأحداث وأوجزت شرح انجازات الغالب من الأعلام والتعريف بالشهير منهم والذي كان نص الكتاب الأصلي قد مرَّ عليها مروراً عابراً سريعاً، إدراكاً مني بأهمية وضرورة توضيحها وإدراجها على شكل ملاحظات ذيلت بها صفحات ترجمتي للكتاب حيثما وجدت إلى ذلك سبيلاً .... ولم ارتأى إدراجها جماعياً في آخر كل فصل إيماناً مني بضرورة اطلاع القارئ العادي والمختص عليها لدى ورودها في سياق النص بغية تسهيل مهمة الاستمرار والاسترسال في فهم مقاصد الكتاب ومعانيه، ولإدراك مراده ومرامييه. هذا وقد كان جُلُّ اعتمادي في ذلك على الموسوعة الإلكترونية (الوي كي بيد يا - Wikipedia) وعلى معجم (مريام وبستر - Merriam Webster) للغة الإنكليزية وعلى الموسوعة البريطانية (Encyclopedia Britannica)، وعلى معجم (محيط المحيط) للمعلم بطرس البستاني للعربية وعلى معلوماتي الخاصة في مجالات ورودها، وقد ذيلت جميعها بكلمة - المترجم .

لقد كان وما يزال في صبر وصمود أقطاب العلوم ورواد اكتشاف الحقائق و



مبدعي قوانينها، وفي دراسة سيرهم الذاتية وإيمانهم بأهدافهم ومواظبتهم لتحقيقها، دروساً عظيمة وعبرا خالدة لا بدّ من إيصالها إلى أجيال النشء في كل زمان ومكان، فقد كان ذلك وما يزال الإكسبير السحري والرسالة البيّنة لإدامة همّة العمل فيهم .... وتعزيز حب المعرفة لنديهم و صمودهم وثباتهم على آرائهم العلمية ، حتى ولو جُوبهت بالفرض والاستهزاء، أو بالمناهضة والاستعلاء خاصة من قبل أقرانهم ومعلميهم وذويهم الذين لا يرتقون إلى مستوياتهم لا ذهنيا ولا علميا. لقد كان في مطاوله الأوائل والأواخر وصبرهم على مسائلهم وإيمانهم بعلمهم وبجدية أعمالهم نبغٌ ثرٌ خيّر ، كان ولا يزال المعين الأهم الذي روى ويروي بذور الإبداع وشذرات العبقرية كي تصمد كزرع أخرج شتّاءً ... ومنارة عم نورها فانبلج الصبح بعد إظلام. وفي تقليبي لصفحات التاريخ وغوري بين اسطر الإبداع فيه لم أجد خيرا من صفة (الصبر) نعتاً تحلّى به كافة مبدعي هذا السيفر وغيره على اختلاف ميولهم ورغباتهم وتضارب أهوائهم وخلفياتهم وتنوع إبداعاتهم واكتشافاتهم، فقد كان الصبر ولا شك ذروة سنام أبحاثهم ومناول نسج انجازاتهم... وفي ذلك شحذاً لهمم أبنائنا من الشباب لخوض غمار الإبداع والنهل من كوثر التجديد بالاعتماد عليه وبالتزود منه، ولنا فيه جميعاً - لو يعلمون - خيرا كثيرا.

لطالما أعجبت، ولكثرة ما تلذذت بما سبق أن قرأته من سير العلماء الأفاضل والعباقرة الأعلام في مستقبل حياتي، تلك القراءات اللاني اعتقدت يقينا أنهم قد ساهموا بالكثير في تطوير شخصيتي وتوسيع طموحي وتعميق دراساتي وإنجازاتي. ولهذا اعتقدت جازماً بأهمية دور هذا الكتاب الإيجابي في سدّ جزء كبير من طموحي بالتعريف بسير العلماء الأفاضل بغية تشجيع الشباب على الإقتداء بهم ورفع مستوى طموحهم وشحذ همهم .

ولي وقفة رجاء هنا ... للمعلمين والمربين في المدارس والمعاهد والجامعات وللآباء والأمهات في الدور والبيوت أن لا يغفلوا نبذة الإبداع والعبقرية لدى طلابهم وأبنائهم وان يعهدوها بال العناية والرعاية وبال حب والتفهم وان لا يحرموها من نور التشجيع والإنطلاق والتفكير ولا من أو كسجين التبنّي والرعاية والتحرير، وان يجعلوا الدراسة الأكاديمية داعماً لهذا المنحنى وليس بديلاً ولا ناكساً له.

أما الترجمة فهي في رأيي باب الأثم وطريقها نحو التقدم والارتقاء ومفتاح تفوقها وسؤدها نحو النجاح والإبداع، وقد يطول بيّ المقال ان أردتُ الإستشهاد في ذلك بالتاريخ ... والتقوي على ذلك بالجغرافيا. وهي بلا شك عمل جبار خطير يستوجب الإعتكاف والتفرغ، والأمانة والتجلي بالإضافة إلى النفس الطويل ولم تكن لتخلو من صعوبات ومطبات وعراقيل، فقد تمرّ الساعات قبل الوصول إلى القناعة في ما ينسخه المِداد، وقد تمرّ الأيام قبل الوصول إلى روح المُراد.

وأخيراً لا يسعني إلا أن أوكد قصدي وإصراري على إضافة عبارات ( جل وعلا ) و ( سبحانه ) و ( تبارك وتعالى ) بين قوسين كلما جاء ذكر لفظ الجلالة في أصل النص أو دل عليه معناه وذلك دون إفراط في استعمالها ولا تفریط إيماناً مني بقدسية مدلولاتها ...

وختاماً عشمي أن لا يتضايقن أحدكم من صعوبة فهم هذه المعادلة الرياضية أو من تعصّي إدراك ذلك القانون العلمي، ولا من نوافل تفاصيل بعض ما ورد بخصوص أفكار (كاوس) أو إبداعات (فراداي) أو نظريات (هيزنبرك) ولا من غيرها .... لأنهن وببساطة كنّ قد كتبنّ من قبل من اعتبروا ( ولا يزالون ) عمالقة أعلام فيزياء القرنين الثامن و التاسع عشر ... وما تضحّ عن فكرهم كان هو الهادي لقمم الانجاز العلمي العظيم خلال كامل مسيرة البشرية خلال القرنين التاليين، فهنّ وعبقرية أصحابهنّ - ولا شك - في واد .... وأنا وأنت في



آخر.... ولكن سيسهل الأمر علينا جميعا إن اعتبرنا هنـاء حافزا ومثالا حيا لما يمكن  
لذهن الإنسان أن يتفتق عنه، أو أن يتوصل إليه ويسمو بكامل البشرية عن طريقة...  
لأولئك الأفاضل منا جميعا التحية.... ولنا أن نترك لهم تعقيدات رياضياتهم  
وخفايا قوانينهم وتفاصيل معاناتهم ، وإن نستلهم منهم ثمرة أفكارهم  
وخلاصة صبرهم.....  
والسلام .

الدكتور / إيمان نوري الجنابي.

قسم الشؤون الأكاديمية والتدريب.

مركز التدريب والتطوير – مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز

الأبحاث في الرياض.

ضحى وعصر يوم الاثنين المصادف 28/06/2010 للميلاد والموافق لأربع عشرة

ليلة بقين من شهر رجب لعام 1431 للهجرة .

## ملاحظات المؤلف حول المصطلحات العلمية والرموز الرياضية المستعملة في هذا الكتاب

لقد حرصت على تذييل كل مدخل من مداخل هذا الكتاب بقائمة مفصلة من المصادر أدرجتها تحت عنوان (مصادر إضافية وقرئات أخرى)، ذكرت فيها عدداً من المصادر الأولية الأساسية القيمة إضافة إلى المزيد من المصادر الثانوية المختارة والتي حرصت على تمييزها بالحدائث والمهنية فيما يوضح القوانين الرياضية المتخصصة، ولي أن أقترح على القراء المهتمين ضرورة الاستعانة بهذه القائمة الأخيرة لإكمال أي دراسة لهم أو بحث، وذلك لاحتواء هذه الأخيرة على مصادر إضافية لا غنى عنها لكل باحث يرغب بالبداية من خط الشروع.

كما حرصت على الإشارة إلى أهم الأحداث التاريخية التي صاحبت اكتشاف كل قانون من قوانين هذا الكتاب وجمعها ضمن إطار مختلف تحت عنوان [من أحداث عام (الاكتشاف - كذا)]، أما الرموز الكبيرة التي تصدرت شرح كل قانون (وهي رموز الذرة، والدورق والتلسكوب ورمز النسبة الثابتة  $\pi$   $\infty$   $\phi$ ) فقد عنيت بها أن القانون المعني لا بد وأن يندرج ضمن حقول (الفيزياء و/أو الكيمياء و/أو الفلك و/أو الرياضيات) على التوالي.

حرص الكتاب في طبعته الأصلية باللغة الإنكليزية على (إمالة) الحروف ذوات القيم الرياضية الثابتة أو المتغيرة (italicized) وأغفل ذلك للحروف التي لا تحمل مثل تلك القيم، فمثلاً طبع الحرف (T) في (T1) مائلاً لأنه يمثل قيمة رياضية معلومة (للمحرارة - Temperature) أما الحرف اللاتيني (L) فقد طبع صحيحاً لأنه تصدر عنواناً كما في كلمة (قانون - Law)، وفي ترجمتي للكتاب وتلافياً للالتباس الذي لا بد أن ينتج عن اختلاف فهم معنى الرمز العربي فقد حرصت على إدراج كافة المعادلات والقوانين والرموز الرياضية أينما وجدت بنفس طريقة إدراجها في الأصل المترجم. وبذلك أزلت الإبهام وسهلت مهمة الاستزادة والبحث عن هذا القانون أو ذاك وهذه المعادلة أو تلك من المصادر



الإنكليزية . أما الترجمة العربية فقد أغتننا عن أي شك أو التباس في أشكال الحروف فلحرف لغة القرآن الكريم سيادة البلاغة وريادة التعبير أينما حل لا مرء في ذلك .

تبين لي من اطلاعي المستفيض تباين التراث العلمي العالمي وانقسامه الشديد فيما يخص ذكره لنظرية أينشتين فهو تارة يذكرها (كالنظرية العامة في النسبية) وطورا (كنظرية النسبية العامة)، ومائل هذا الاختلاف ما ذكر في عدد من المصادر حول (النظرية الخاصة في النسبية) و (نظرية النسبية الخاصة) ولذلك فقد آثرت استخدام مصطلحي (النظرية العامة في النسبية) و (النظرية الخاصة في النسبية) في هذا الكتاب كلما جاء ذكر هذه أو تلك، أما سندي في ذلك فهو استخدام أينشتين نفسه لهذين المصطلحين الأخيرين كعنوانين لأهم فصلين من كتابه المعنون :

( النسبية : النظريتين الخاصة والعامة ) والذي طبع لأول مرة في عام (1916) .

لقد عبر اسحاق نيوتن في عام (1676) عن إنجازاته العظيمة بتشبيهه بلاغي فذ حين قال: (لا فضل لي وأنا أنظر إلى نقاط ومواقع أبعد من الأفق، فما أنا إلا ناظر له من على أكتاف العمالقة الذين سبقوني) . لا يختلف اثنان حول قدم هذا المثال وكثرة استخدامه كناية عن التواضع، ولكن ما أكدته (نيوتن) هنا هو حقيقة تقدم الفكر العلمي العالمي من خلال استخدام مثال معروف ملخصه أننا لا بد وأن ندين بفهمنا للعالم من حولنا وبالرفاهية التي نعيش نعيمها للعلماء والأفذاذ الذين سبقونا والذين مهدوا بفكرهم لفهمنا له واستمتاعنا بجوداته وبنفائسه .

ديزيكس

(Twilight of the Idols.) Peter Dizikes. New York Times Book Review. November 5, 2006.

## مقدمة الكتاب وخلفيته

لقد ولد اسحاق نيوتن وعاش في عالم اكتشفه الظلام وأحاط به الغموض وتشبع بالسحر والشعوذة ولكن بالرغم من اقترابه من حافة الجنون ولمرة واحدة في حياته على الأقل، إلا أنه استطاع إمالة اللثام واكتشاف الكثير من جوهر المعرفة البشرية وبقدر لم ولن يسبقه أحد إليه لا من قبل ولا من بعد. لقد كان وبحق خير من أقام الدعائم وشيد بنيان الصرح العلمي للعالم الحديث، وتمكن من تجسيد المعرفة الحديثة فيه بدقة وبموضوعية كمية لا تقبل الشك، وهو الذي صاغ كل ذلك على شكل مبادئ عصبية على التفيد حملت اسمه كـ (قوانين نيوتن) والتي ستظل خالدة مادام في الكون ذهن يعيها!

كليك - James Gleick, Issac Newton

مقتطف من كتابه ( اسحاق نيوتن ).

لقد دأبت الفيزياء - وطوال تاريخها - على الاستعانة باستنباط المفاهيم الرياضية الجديدة كلما وصلت الى مفترق أو تاهبت لقفزة مهمة في طريق الاكتشاف إلى الأمام، ولا أجافي الحقيقة إذا جازمت باستحالة استمرار وتطور فهمنا الحالي والمستقبلي لقوانين الفيزياء وإدراك كونيتها ودقتها المتناهية بدون استثمار الرمز الرياضي ولغته.

عطية - Sir Michael Atiyah, (Pulling the Strings), Nature

مقتطف من كتابه ( سحب الخيوط )



# الباب الأول



## قوانين الطبيعة

لا مجال للشك اليوم بأن تطور الكون سابقا ولاحقا كان وسيظل خاضعا لقوانين صارمة دقيقة معلومة تحكمه لعل المولى عز وجل، (خالق الكون سبحانه) هو الذي وضعها ولكن لا مجال للشك أيضا أنه لا يتدخل غالبا (إلا حين حصول المعجزات) لنقضها.

Stephen Hawking, Black Holes and Baby Universes - هاوكنج

مقتطف من كتابه (الثقوب السوداء والأكوان الفتية).

قال أينشتاين يوما: (إن أصعب ما يمكن فهمه حول الكون الذي نعيش فيه، هو أنه قابل للفهم!) وينعكس ذلك على حقيقة أن الطبيعة التي تحيط بنا وكامل العالم من حولنا قابل للتفسير أو على الأقل للتقريب باستعمال معادلات وتعابير رياضية غاية في الاختصار والرشاقة وباستخدام قوانين الفيزياء.

لقد خصصت هذا الكتاب لسرد وإيضاح ومناقشة أمهات القوانين الطبيعية التي نضجت وتم اكتشافها عبر قرون عدة والتي أسهمت بنفسها أو بنتائجها في التأثير العميق على طريقة فهمنا للعالم، وللكون من حولنا إلى الدرجة التي غيرت معها طرق معيشتنا على الأرض وطريقة تعاملنا مع موجودات الخليفة. لقد وفرت لنا هذه القوانين طريقة رشيقة سهلة مرتبة لوصف الظواهر الطبيعية تحت مختلف الظروف واحتمالات تغيرها، فعلى سبيل المثال دعنا نأخذ قانون برنولي لحركية الموائع

$$[ (V^2/2 + gz + p/\rho = C) - \text{Bernoulli's Law of Hydrodynamics} ] -$$

هذا القانون الذي تفرعت منه عدداً من التطبيقات في مختلف حقول (حركية الهواء - Aerodynamics) والتي تعد جانب العلم المتخصص في دراسة انسياب التيارات الهوائية فوق وأسفل أجنحة الطائرات وتصاميمها، كما يدرس ويفسر أشكال وانحناءات المراوح الدافعة للسفن والقوارب ودفاتها، أما قانون (فك) الثاني للانتشار الغازي

-[Fick's Second Law of Diffusion،  $(\partial c / \partial t)_x = D (\partial^2 c / \partial x^2)_t$  ]

فقد وجد تطبيقاته في تفسير طرق الاتصال ما بين الحشرات بواسطة إطلاق مواد  
 الفرمونات (Phermones) خلال الجو، والتنبؤ بتحديد زمن انتشار الملوثات البترولية  
 - الهيدروكربونية - إثر تسربها إلى البحر بعد عطب ناقلاتها، وفي التعرف على التجمعات  
 البترولية الخام لغرض استخراجها. وما أكثر المرات التي طبق فيها (قانون نيوتن للتبريد  
 Newton's Law of Cooling  $T(t) = T_{env} + [T(0) - T_{env}]e^{-k}$ ) سيما من قبل  
 متخصصي الطب القضائي في دوائر البوليس الجنائي للكشف عن جثث ضحايا حوادث  
 السلب والبغاء والقتل في زوايا المواخير المظلمة وثنايا الفنادق المشبوهة لتحديد زمن وفاتها!  
 ومن السخرية أن تمكن بعض هذه القوانين بني البشر من امتلاك ناصيتي التشييد والتدمير  
 في آن... ولعلها قادرة أيضا على أن تزيح غمامة الإطلاق التي لازمت نظرة الإنسان إلى نفسه  
 وإلى الكون ولقرون.... حتى مكنته - بل وأرغمته - على تغير نظره إلى (الحقيقة) ذاتها!!  
 فقد شهدت أربعينيات القرن العشرين الماضي (1940s) اكتشاف عالم الفيزياء الذرية  
 (كراهام - Graham) لقانونه الفريد  $[R_1/R_2 = (M_2/M_1)^{1/2}]$  الذي مكّن العلماء  
 من صنع القنابلتين الذريتين الأمريكيتين اللتين كانتا قد أُلقيتا في اليابان، الأولى على مدينة  
 (هيروشيما) والثانية على (نكازاكي) فرسمت أقبح لطخة عار على جبين حضارة محدثة تقول  
 ما لا تفعل وتدعي بما لا تؤمن، (حضارة) أباحت لنفسها ذبح الملايين في العالم، فدمرتهما ولم  
 تركعهما. أما سلسلة القوانين التي فسرت ومهدت لفهم كنه (الظاهرة الكهرومغناطيسية  
 - Electromagnetism) فقد مكنت التكنولوجيا الحديثة من ربط العالم من  
 أقصاه إلى أقصاه بمختلف وسائل الاتصالات السلكية واللاسلكية. وما يدعو إلى الإعجاب  
 والدهشة مما سناقشه في متن هذا الكتاب من قوانين، فهو (مبدأ الشك لهيزنبرك  
 Heisenberg Uncertainty Prinaple،  $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$ ).

والذي يبين بوضوح رياضي ملفت قد يصعب استيعابه من قبل المنطق البسيط، بأن  
 وجود الكون الفيزيائي الملموس لا يمكن أن يكون قد وجد أزليا مفردا بأسلوب مقنن مسبق



وإنما خلق كنظام احتمالي وجد بنفس احتمالية خلق ووجود ما لا نهاية من أشباهه ونظائره وأقرانه من الأكوان في الوجود الفيزيائي اللامتناهي<sup>(1)</sup>، وإذا راجعنا كشف حساب ما سبق من عينات القوانين المدرجة ضمن هذا السفر لوجدناها باقة رشيقة من التعابير الرياضية البسيطة نسبياً قاسمها المشترك وميزان زيتها وسر إعجابنا بها هو بساطتها وانسيابيتها وإمكانية تطبيقها على كل ما حولنا عملياً. أنحاز طبيعياً إلى فئة العلماء والمفكرين الذين يؤمنون بالحقيقة القائلة بإمكانية تفسير مجريات الكون بواسطة قوانين ومعادلات رياضية بسيطة - ليس لكوننا (نحن) من وضع هذه المعادلات وتلك القوانين أو أحرزنا سبق اختراعها - ولكن لسبب جوهرى آخر أهم معنى وأعمق مغزى ألا وهو احتواء الكون بطبيعته على النسق الرياضي بكافة تفاصيله؛ ولقد عبر الكاتب العلمي الشهير (مارتن كاردنر - Martin Gardner) في مقالته القيمة المنشورة عام (1950) تحت عنوان (النظام والمفاجأة) عن هذا المفهوم بتشبيه خيالي يوضح هذا المفهوم بأسلوب سريالي بسيط قابل للاستيعاب حين قال:

((كوننا بما فيه عبارة عن كتلة من الحركة فلو تمكنا من تصوره في لحظة جمود خاطفة حين تتوقف الحركة ويسكن كل ما فيه، وأطلقنا حملة مسح جبارة لاكتشاف وتصوير ودراسة كل ما في داخله وعليه فإننا لن نجد كونا عشوائياً بقطع وأجزاء ومكونات وذرات تشذ الواحدة منها عن الأخرى بل سنكتشف ونحن تحت تأثير الدهشة الصاعقة بأن كل ما فيه وتفاصيل ما يحويه عبارة عن أنظمة وقطع وأجزاء رتبت هندسياً بشكل يدعو إلى الإعجاب والاندهاش والتأمل، فسنعجد على سبيل المثال مختلف التراكيب الخلزونية تزين المجرات كما سنجد البلورات السداسية الشكل التي تحلي دقائق الثلج. وإذا ما أذنا خيالنا أن يرخي العنان لحركته وفعالياته للانطلاق، فعند ذاك ستجلى لناظرنا انسيابية وتناسق ورشاقة القوانين التي تحكم هذه الحركة وتلك الفعالية وسنعجب - بلا

(1) The Theory of Multiverse - وهي من النظريات الحديثة والنتائج المقبولة رياضياً والمستنبطة من تعديل عدد الأبعاد الموجودة ضمن نظريات النسبية العامة ونظرية الأوتار (String Theory) والنظرية الهولوجرافية للكون لتطابق نتائجها بعضها مع بعض، الأمر الذي ينتج احتمال وجود أكثر من كون وكون بديل وكون مطابق في (الكون)!! - المترجم

شك - بدقتها وصرامتها وبساطتها في آن، علما بأننا لن نتمكن من معرفة السر وراء ما

يدفع كل ذلك إلى التصرف بهذا الشكل أو لم تُسج على هذا المنوال!)).

سيظهر جليا لكل من يحلل المثال الخيالي السابق، بأن (مارتن كاردنر) هدفا جليا ابتغى الإفصاح عنه وإلقاء الضوء عليه، ألا وهو التأكيد على حقيقة تمكن الرياضيات وبأسطر صورها من التحكم بكوننا الذي نعيش فيه وتفسير كافة ظواهره من المستوى الذري والجزيئي وحتى آفاق النجوم والمجرات. لقد دأب العظماء والأعلام على رسم صور جميلة للكون وما فيه وتمثيل الإنسان وما يخالجه تجاهه كلما لمعت في ذهنهم فكرة أو أجابوا على سؤال موجه إليهم، فذاك (اسحاق نيوتن) يصور دأب الإنسان وكدحه لاكتشاف قوانين العلوم على شكل طفل دائم البحث عن غرائب القواقع وجميل الأصداف على شاطئ بحر مترام لا نهاية له، وهذا (ألبرت أينشتاين) يفصح عما يخالجه بشأن عظمة الكون وتعقيدته ونظامه ويصور نفسه طفلا يدخل مكتبة عامرة لا نهاية لها مدججة بأهميات الكتب وعظيم المجلدات بلغات مختلفة غريبة عجيبة. لن يتمكن الطفل من فهم جل ما حوته تلك المجلدات وهذه الكتب ولكنه سيقدر وسيشعر بمرور الزمن بدقة التنظيم وجمال التصنيف وروعة الترتيب الذي أنشئت على أساسه تلك المكتبة ورتبت بموجبه كتبها على رفوفها...

وعلى ذات المنوال وبنفس المعنى هناك عدد من الكتابات التي تؤكد ذات الفكرة وعين المضمون، فنجد مثلا ما كتبه الفيزيائي النظري المرموق (بول ستينهاردت - Paul Steinhardt) في الكتاب الموسوم (ما نؤمن به ولا نستطيع إثباته) لمؤلفه (جون بروكمان - John Brockman):

((لقد أكدت كافة ملاحظتنا الحديثة وتجاربنا ودراساتنا بأن جوهر الكون الذي نعيش فيه هو جوهر بسيط ببنية قابلة للفهم، فتوزيع المادة والطاقة فيه على درجة مذهلة من التناسق، حيث يمكننا تفسير التركيب التصاعدي للمنظومات المعقدة فيه ابتداء من الجسيمات مادون الذرية والذرات وحتى تشكيل المجرات ومجاميعها بواسطة عدة عشرات من الجسيمات الابتدائية، التي تحكمها وتضبط تصرفها حفنة من القوى، والتي بدورها ترتبط ببعضها



البعض بنظام تماثلي مذهش وتخضع لتضافر مذهل تحكمه عدة قوانين لا غير!! والخلاصة فإن كوننا فسيحا متراميا بسيطا لا بد وأن يتطلب ويتم فهمه فعلا بتفاسير بسيطة)).

لقد أيقن واضعو القوانين العظام، ومنذ قرون خلت أن إرادة الله (عز وجل) لا بد وأن تكون قد تدخلت لوضع قوانين الكون (الأكوان) الذي خلقه، فعلى سبيل المثال: لقد آمن العالم البريطاني الكبير [ إسحاق نيوتن (1642-1727) Isaac Newton ] والكثير من معاصريه بأن المولى القدير وحده هو الذي وضع قوانين الكون بإرادته (سبحانه) وأخضعها لمنطق متسلسل متجانس قابل للإدراك من قبل الذهن البشري. جاء في المقدمة التي كتبها الرياضي الإنكليزي (روجر كوتس - Roger Cotes) للطبعة الثانية من (كتاب المبادئ) - (Newton's Principia) الشهير لنيوتن لعام (1713) ما يلي:

((لا أشك مطلقا بإمكانية خلق هذا العالم المترامي الفسيح الذي نعيش به وبكل ما يحتويه من تنوع الأشكال والحركات والقوى من قبل الإرادة الإلهية الحرة من العدم، كما لا أشك مطلقا بأن إرادته - سبحانه عز وجل - كانت ولا تزال وستظل هي الهادية له والمهيمنة عليه. وكما لا يمكن لأحد أن ينكر وجود نفحة الإبداع في قوانين (نيوتن) التي انسابت جزلة رشيقة طيبة بصورة لا يمكن معها افتراض الفوضى لوجودها، فكذلك لا يستطيع أحد أن يجزم بضرورتها...)).

فالكون بما فيه لم ولن يكون بحاجة لقوانين (نيوتن) أو غيرها ليعمل بالدقة وبالنظام المعهودين فيه ولهذا ما علينا لإغناء جعبتنا منها سوى التسلح بالمراقبة والتمحيص والتجريب لا بالصدفة والتخمين.

كتب الفيزيائي الأنكلو - إيرلندي «جورج ستوكس» (George Stokes 1819-1903) الذي اشتهر بوضعه لقانونه في اللزوجة، في مؤلفه المعنون (علم دراسة طبيعة الأديان) ما يلي:

((إذا ما آمنا بوجود الله عز وجل - سبحانه - فستزال (حتما وحالا) غمامة الشك عن إمكانية حدوث المعجزات، والآن إذا آمنا بأن الله (الواحد الأحد) هو الموجد المتحكم

بهذا الكون (وغيره) وهو وحده سبحانه الموجد للقوانين التي يسيّر بموجبها، فلا بد أن نستنتج بأنه هو وحده (جل وعلا) القادر على تعطيلها أو إيقافها ولو آتيا، وإن خامرتنا أي ريبة حول مثل هذه الاحتمالية الأخيرة فلا يجبرنا لا عقلنا ولا منطقنا على الإصرار على قبولها فيمكننا هنا إرجاع حدوثها إلى مبدأ الاحتمالات)).

لاكتشاف القوانين الشاملة (الكونية) هبة واحترام تعكس نضج العقل البشري وحادّة ذكائه، ويمكننا سرد سببين على الأقل لذلك؛ أولهما هو إمكانية تلك القوانين على توفير الإطار المناسب لاكتشاف (الحقيقة) التي ينطوي عليها الكون، وثانيهما هو إمكانيةها على التنبؤ وإطلاق التوقعات لما يمكن أن ينتج عند وضع أوليات محددة باتجاه معلوم.

ولاكتشاف واحد من القوانين التي ترقى إلى مستوى هذه التسمية لا بد للعالم أو العلماء المعنيين بمثل هذا الإنجاز من إجراء عدد جم من الملاحظات، وربطها والاستفادة من جهود الكثيرين ممن سبقهم في ذلك المجال، ثم شحذ همهم وذكائهم لوضع عدد من التصاميم للكثير من التجارب الخلاقة، التي لا بد أن تعكس الكثير من لب الإحاطة بصلب مادة القانون، وبناءً على ذلك سترى بأن مكتشفي القوانين العامة ضمن متن هذا الكتاب لا بد وأن يكونوا من خيرة العلماء الأفاضل والباحثين الأجلاء أولي الكؤوس المعلاة في اختصاصاتهم.

قد يظهر، وللوهلة الأولى للمتصفح المتعجل لهذا الكتاب بأنه قد لا يتعدى كونه سردا تصويريا مقتطعا لقوانين علمية في هذا الحقل العلمي أو ذاك مع سرد قد يطول أو يقصر لسيرة حياة واضعة، بلا رابط بين مختلف فصوله وأجزائه، ولكن بإمعان القراءة والمضي في تفاصيل الكتاب ستظهر له - ولا شك - العلاقة وتبين لديه الحبكة التي تربط أجزاء الواحد بالآخر وبفكرة الكتاب ككل، فلا يخفى على حدس لبيب بأن القاسم المشترك الأعظم للعلم وفكرة الهدف الأسمى للمعرفة لم ولن تكون يوما مقتصرة على تكديس الحقائق وضرب الأمثال وتسطير المعادلات، وإنما كان الرائد الأسمى لها، (ولجمل الزخم العلمي البشري) هو فهم الأنظمة وإدراك الأسس وضبط العلاقات التي تسري بين حنايا تلك الحقائق وخوافي أولئك القوانين وتكسيبها روحها التي تعكس عظمة الكون وروعة النظام القائم عليه.



لقد وضعت نصب عيني أثناء إنشاء هذا الكتاب ضرورة توخي الدقة في اختيار نُخب القوانين من بين كم هائل منها اعتمادا على ميزان الأهمية وسبق التأثير لكل منها على تقدم العالم وعمق التأثير الذي أوجده فيه، ولبلوغ هذا الهدف وضعت في حسابي ضرورة تحقيق غايتين مهمتين:

أولاهما: ضرورة احتواء القانون أو القاعدة أو المبدأ المدرج في كتابي هذا على زخم توضيحي واضح وقوة اقناع هائلة لتفسير الحقائق والملاحظات والمشاهدات التي تنضوي تحت لوائه من جهة، وضرورة كونه متمتعا بقاعدة قبول علمية واسعة ومصداقية بيّنة في حقل تخصصه من جهة أخرى.

وثانيتهما: ضرورة تنويع القانون أو القاعدة أو المبدأ المدرج باسم مكتشفه ومبدعه، مما يعني ضرورة تمحور هذا القانون أو ذلك، وهذا المبدأ أو ذاك حول شخصية علمية فذة واحدة كان لها الأثر المميز الأسمى والتأثير المحوري البين في اكتشافه وفي تسليط الضوء عليه ورفعته إلى مصاف الاهتمام العلمي العالمي.

ولا أتمنى عليك - عزيزي القارئ - سوى أن تغمض عيني رأسك وتنظر بعيني عقلك إلى روح المغامرة وتحسس نكهة المتعة وسمو النشوة التي لا بد وأن عاشها أولئك العظماء الأفاضل في رحلة بحثهم المضنية تلك... والتي لم تخل من آلام وأشواق كما لم تخل من خطورة وضع الحياة ذاتها على الحد أحيانا!... كيف لا وقد لف روادها شغف الولوج إلى الحقيقة وأحاط بهم ديدن الكشف عن المجهول؟!.. والخلاصة فإن هؤلاء المكتشفين كان لهم شرف إعادة تكوين وتشكيل وتلوين الطريقة التي ننظر بها إلى عالمنا الجميل، فصار (دائما) أبهى مما كان.

## مبدعو القوانين.. من هم؟

لعل أروع ما يخطر على بالي عند محاولتي وصف الشعور الديني الذي لازم العلماء والعباقرة لفهمه على مر العصور.. هو تصوري لشدة الفرحه الطاغية وإدراكي لقمة النشوة العارمة اللتين سرعان ما تلف وتسحر العالم والعقري لدى اقتراب إدراكه وبلوغ فهمه للتناسق التام اللامتناهي والتآلف السرمدي لأي قانون طبيعي يكشفه، مع واقع الطبيعة ذاتها، ذلك التناسق والتآلف الذي لا يعكس إلا جانباً واحداً من النضج اللامتناهي وزاوية ضئيلة محددة من كامل طيف الذكاء الأزلي الذي يلف الكون ويتغلغل به والذي يقف معه النضج والذكاء البشريين (مهما عظما بحساباتنا القاصرة) عاجزين مخذولين لا يمتلكان من قطمير ولا يقويان على شيء.

ولا نجافي الحقيقة في شيء إذا ما اعترفنا بأن الذهن البشري بكامل قدراته وإبداعاته وإنجازاته قد يُعْتَزَلُ ويمتهدى البساطة إلى (اللاشيء!!) مقارنة بذلك الإبداع السرمدي. ولعلي أجزم بأن ذلك الشعور بل واليقين في إدراك سرمدية النظام في الكون هو الذي أوقد المصباح في المشكاة فأصبح النيراس الذي قاد العلماء والعظماء في حياتهم وهداهم إلى الإبداع في أعمالهم، كما وأجزم بأن تلك المقارنة البسيطة الرائعة بين الإنجاز البشري الضئيل اللامتناهي في ضآلته (على أهميته النسبية لنا) وبين الإبداع الكوني العظيم اللامتناهي في عظمته (والذي لا نكاد ندرك هيئته وملكوته) هو ما قاد كافة عباقرة البشرية وعلمائها إلى نور اليقين وأحاط بذور الإيمان المزروعة في فطرتهم بالرعاية والحنين فأنارت ألبابهم وهدتهم إلى الله - جل وعلا - على مر العصور.

أينشتين

Albert Einstein, Mein Weltbild, 1934

لقد أكد عالم الاجتماع الأمريكي [ روبرت ك. مرتون ( 1910-2003 ) Robert K. Merton ] بأن نظام التسمية - ويقصد به تسمية القوانين باسم مبتكريها والنظريات باسم واضعيها والاكتشافات



العظيمة باسم مكتشفها - يعود إلى زمن غاليليو (Galileo)، فلقد دأب العلم على تركية ومكافأة كل من كان له كأس السبق من العلماء والمكتشفين سواء في استحداث قانون أو في وضع نظرية أو ابتكار أحد المبادئ الطبيعية أو الكونية أو حتى إذا ما كان مجرد باحث أو مجرد صائد وأن وُجد في الزمان والمكان الصحيحين والمناسبين لى الوصول إلى حقيقة من إجراء تجربة أو الحصول على ناتج من إتمام تفاعل.

ولما كان ديدن هذا الكتاب هو فهرسة القوانين والتركيب عليها مادامت مقترنة بأسماء مبدعيها، فما عليك إلا أن تركز إلى الفهارس المرفقة بهذا الكتاب في بحثك عن أي قانون أو مبدأ أو معادلة وتديم تقصيك عنه تحت اسم مكتشفه حتى أنك قد تعثر عليه في مدخل أو باب لم يمر بذهنك في الحسبان. ولعل من المفيد أن أذكرك - عزيزي القارئ - بأني لم أحصر نفسي في ذكر وشرح ومناقشة القوانين التي أثرت وما زالت تؤثر في عالمنا المعاصر اليوم وحسب، ولكنني قد بذلت جهوداً جبارة في ضم العديد غيرها والتي أسهمت حتى في إعادة تأهيل وصياغة الحياة في غابر الأزمان وأسهمت في تبلور وتطوير العلم منذ القدم. ولكن وبالنظر لضيق فسحة الكتاب عن استيعاب (كافة) القوانين فإني أنصحك بالبحث عن عدد من أشهر المعادلات العلمية والتي لم ترتق إلى مستوى تسميتها (بالقوانين) لأسباب تاريخية أو غيرها في الفصل الأخير من الكتاب، وتحت مدخل (الملاحظات النهائية) الذي ختمت به سفري هذا.

لم أعن عند تكرار تركيزي على القوانين المسماة بأسماء مكتشفها بأني قصدت شمول كافة تلك القوانين ذوات الأهمية البالغة في تاريخ الفيزياء وعبر كافة العصور ضمن دفتي هذا الكتاب. فمثلاً، لابد من التنويه بأن الغالبية العظمى من القوانين والمبادئ التي وضعت وصيغت في فترة التاريخ الحديث وبرغم أهميتها القصوى التي مكنتنا من فهم العالم من حولنا، لم تكن لتحمل أسماء محددة وإنما عرفت بصفات وتسميات أكثر عمومية تعكس ذاتها كقوانين، أكثر مما تُعرف بأصحابها كمكتشفين. ولعل في الشرح المفصل الذي أوردته في باب (مسك الختام) حول ندرة القوانين التي تحمل أسماء مكتشفها منذ بداية القرن العشرين (1900) وحتى اليوم ما يفي بالغرض، خصوصاً وقد أوردت فيه أمثلة ساطعة لقوانين

ومفاهيم فيزيائية بارعة، ولكن لم أخصص لها مداخل مفردة ضمن سفري هذا. ومع ذلك فكلني أمل بأن المنحى الذي سلكته في تبويب وتصنيف مداخل هذا الكتاب اعتماداً على القوانين التي تحمل أسماء أصحابها سيساعد القارئ الاعتيادي على تلمس القوانين التي ينوي التعرف عليها مزدانة بحلية ملونة ميسرة للخص السيرة الذاتية للأفذاذ الذين أدلوا بدلوهم لاستخراجها وتوصلوا إلى اكتشافاتهم لإثباتها وعلى مدى قرون عدة.

لا أدري كيف أبداً أو بماذا أصف العلماء والأفذاذ الذين وسمت أسماؤهم القوانين العظيمة فعرفت بها؟... فلقد حفل هذا الكتاب بمجموعة مذهشة متنوعة من الأعلام الذين لم يتردد البعض بوصفهم بالجنون أو حتى بالشذوذ وبالكثير من الصفات السيئة الأخرى، فغدا أهم ما طبع شخصياتهم هو حبهم للمغامرة والمجازفة وعدم اعترافهم لا بالواقع ولا بحدود المعقول، فكانوا دائماً تواقين للإبداع، شغوفين بالاكشاف، لا يعرفون الكلل ولا الملل في أعمالهم فتراهم غالباً ما يواصلون الليل بالنهار ولا يعيرون لوقت الراحة أو النوم أو الطعام اعتباراً... لقد كان همهم الوحيد تجسيد طاقاتهم الخارقة ومجاعة فضولهم العلمي الخلاق حتى لو أدى ذلك إلى سيرهم لحتفهم بظلفهم (راجع قصة معاناة مدام كوري وعوق وتشوه مساعدتها الحسناء من جراء شغفهما بالمعدن المشع الذي دأبتا على مداعبته حتى قضى عليهما)، وممارسة النشاط تلو النشاط وفي مجالات لا تعرف الحدود وفي علوم لا تعترف بالتفرد. لقد طرق غالبيتهم أكثر من باب وولج جلهم أكثر من اختصاص. خذ العالم الفيزيائي الفرنسي [جين - بابتيست بايو (Jean - Baptiste Biot (1774-1862)] مثلاً، فلقد كان ذهنه متيقظاً وآلة فكر لا تُضاهى. لقد سبر هذا العبقرى غور عدد من العلوم وأبدع فيها كالرياضيات وعلم الفلك ومطاطية المواد والكهربائية والمغناطيسية وعلم البصريات والتعدين، والذي دخل سجل الخالدين ليس بفضل قانون القوى المغناطيسية الذي وشّحه باسمه وحسب، وإنما بإطلاق اسمه على خام (البايوتايت-Biotite)<sup>(1)</sup> الصناعي الثمين كذلك. وخذ مثلاً آخر؛ معاصره [فيلكس سافار

(1) Biotite - وهو الاسم الألماني الذي أطلق على الخام المعدني الأسود المائل إلى الإخضرار الداكن الحاوي على مادة المايكا



(Felix Savart (1791–1841) والذي انبرى بإدي ذي بدء لدراسة الطب، ولما لم تكن الصنعة قد بلغت مبتغاها التجاري (كما هو حالها في زماننا الراهن...)! بعد، فلقد شرع بدراسة الكمان الذي عشق العزف عليه وأجرى عدداً من التجارب على أوتاره حتى وجد نفسه منساقاً نادراً نفسه لدراسة الظاهرة الصوتية وصداها وطبيعة تأثير الهواء في انتقالها، كما عشق غناء الأطيّار فحاكاها وأغرم بذبذبة الأوتار فأبدع في سر أغوارها فانكشفت أمامه أسرارها. ولعله من اللافت للنظر والإعجاب معاً أن نلاحظ من خلال دراستنا المعمقة وسيرنا لسير أفذاذ هذا الكتاب الذاتية وتفاصيل حياتهم... أن الدراسة الأكاديمية الرسمية أو التحصيل الجامعي أو حتى التحصيل المتوسط والابتدائي لم يكن ليجد السبيل إلى حياة غالبيتهم العظمى. فخذ على سبيل المثال العالم العبقرى السويسري الجنسية الألماني المولد الفيزيائي الفذ [يوهان لامبير (Johann Lambert (1728–1777) والذي عكف على دراسة النسبة الرياضية الثابتة لمحيط دائرة مقسوماً على قطرها (باي -  $\pi$ ) والذي أبدع في ذات الوقت في استنباط عدد من قوانين انعكاس وامتصاص الضوء، ذلك العبقرى الفذ الذي كان عصامياً في تعليم ذاته إلى الدرجة التي لم يكن ليقضي في أي مدرسة أو مكتب أو جامعة فترة زمنية تذكر! أما الفيزيائي الألماني اللاحق [جورج أوم (Georg Ohm (1787–1854) والذي خُلد اسمه بإطلاقه على وحدة قياس المقاومة الكهربائية (أوميكا -  $\Omega$ ) التي تميّز كافة الموصلات وأشباه الموصلات والمقاومات، فلم يرو عطشه للعلم والمعرفة سوى شغفه الذاتي لدراستهما بنفسه، فلم يعلمه أحد وإنما آل على نفسه إلا أن يراجع ويدرس كافة كتب من سبقه من الرياضيين الفرنسيين معتمداً اعتماداً كاملاً على جهده الشخصي. وخذ مثلاً ثالثاً فذاً، ألا وهو الفيزيائي الإنكليزي الشهير [ميشيل فاراداي (Michael Faraday (1791–1867) والذي لم ير باب مدرسة في حياته ولم ينتظم في فصل دراسي قط! وقد كتب فيما بعد يصف حاله قائلاً:

(Mica) وهي عبارة عن صخور بلورية تتألف من خليط السليكات الحديدية المغنطة وعنصري البوتاسيوم والألمنيوم، وذلك تخليداً لذكرى العالم والرياضي الفيزيائي الفرنسي [جين - باپتيست بيو (Jean Baptiste Biot (1774–1862) - عن ويستر - المترجم.

((اكاد أخجل من إطلاق كلمة «تعليم» على أي تحصيل نلتها! والحقيقة فإن كل ما استطعت نيله من تعليم وحتى بلوغي عامي الثالث عشر لم يكد يتجاوز القليل من القراءة الابتدائية واليسر من الكتابة المبسطة وبضعة أرقام وعلامات مثلت كل ما في جعبي آنذاك من علم الحساب! والخلاصة فإن كل تعليمي وتحصيلي وحتى بلوغي سني تلك لم يكن ليتجاوز ما يحصل عليه تلميذ اعتيادي في يوم دراسي واحد! فملت نفسي المدرسة والدراسة لأنني ببساطة لم أكن أعرف لا الكتابة ولا القراءة وهربت منهما وذهبت أبحث عن عمل...)).

وبإمكاننا الإسهاب في ضرب الأمثلة لعظماء لم يكملوا تحصيلهم الدراسي ولا العلمي، ومع ذلك استطاعوا أن يسطروا أسماءهم بأحرف من نور في سجل الخالدين، وليس أدل على ذلك مثلاً الحائز على جائزة نوبل، الفيزيائي الفرنسي البارع الذي قرّن اسمه باسم زوجته التي أفتت حياتها في سبيل العلم وهو [بيير كيوري (1859-1906) Pierre Curie] الذي كان شديد الخجل والتواضع بل كاد أن يوصف بضعف الشخصية والبلادة حتى استقر في نفسه أنه ضعيف الفكر وقليل الذكاء فرفض الانخراط في أي مدرسة حتى الابتدائية منها! يذكر لنا تاريخ العلوم دوماً ويُذكرنا بأن الخلفية التعليمية الأكاديمية لم تكن يوماً حجر زاوية كل عبقرى مبدع ولا مقياساً لموهبته، كما ويذكر لنا أيضاً أن ينبوع الإبداع وجذوة العبقرية كثيراً ما تتفتق وتؤتي أكلها باكراً في حياة حاملها، فخذ على سبيل المثال عبقرى الرياضيات الألماني والفيزيائي الشهير [كارل فريدريخ كاوس (1777-1855) Carl Friedrich Gauss] والذي كان نبعا ثرا يفيض بالعبقرية والنبوغ ومنذ نعومة أظفاره، فقد امتاز بطفولة نادرة عجيبة حتى أنه تعلم العد والحساب قبل أن يتعلم الكلام، وتمكن قبل بلوغ عامه الثالث وخلال جلوسه في حضن أبيه يوماً من تصحيح الخطأ الحسابي الذي اقترفه والده في جمع رواتبه وأجوره بمجرد النظر إلى الورقة التي كانت أمامهما!!، أما الكيميائي الفرنسي الفذ [ألكس بيتي (1791-1820) Alexis Petit] فقد استطاع إكمال المتطلبات العلمية لدخول (المعهد العالي للبولي تكنيك) في باريس والاجابة على جميع الأسئلة المطروحة عليه ولم يبلغ عمره عشر سنوات ونصف!! ومما أدهش أساتذته



وممتحنه أنه استطاع أن يحقق أعلى معدل نجاح في تاريخ ذلك المعهد ولحد ذلك الوقت، فبهر كافة زملائه ومعاصريه. وأما ما بلغه وأنجزه الرياضي الأيرلندي [السروليم روان هاملتون (Sir William Rowan Hamilton) (1805-1865)] فقد يصعب على التصديق، لقد تمكن هذا العبقرى من اللغة العبرية قراءة وكتابة وهو في سنته السابعة، وعندما بلغ الثالثة عشرة كان قد اتقن عدداً من اللغات الآسيوية الحية كالعربية والفارسية والهندستانية والسنسكريتية والملاوية. وإذا أردنا أن نختم أمثلتنا عن بواكير العبقرية وسرعة ظهورها في حياة حامليها دعنا نذكر الفيزيائي الفرنسي الشهير صاحب الاسم الذي صاحب وسيصاحب وحدة الكمية الكهربائية مادام هناك حاسوب يعمل ومصباح يُضيء؛ ألا وهو [أندريه - ماري أمبير (Andre-Marie Ampere) (1775-1836)] والذي ذكر عنه تمكنه من جمع أرقام عديدة وعديدة جداً باستعمال الحصى الصغيرة وفتات البسكويت حتى قبل أن يعي الأرقام ويعرف أسماءها.

لم يكن هدفي، وأنا أبحث وأتقن وألخص أهم المراحل في حياة المبدعين الأجداد الذين ضمهم كتابي هذا، أن أضع السيرة الذاتية المفصلة لكل منهم، ليقيني بأن ذلك الأمر سيفضي بي إلى ملء «آلاف» لا طائل منها من الصفحات، ولكن على العكس فإني حرصت على اقتناص لباب الأحداث ونوادير النكات اللائي من شأنهن إضفاء المزيد من الإثارة والبهجة على النص المقروء فضلاً على إنارتتهن لذهن الباحث الفطن ونقل عبق وشذى الحقة الزمنية المحددة التي عاشها هذا العبقرى أو ذاك، وبالأمانة الممكنة إليه. فعلى سبيل المثال، لقد قمت وعن سبق قصد بإفراد الفضاء اللازم لشرح معاناة [يوهانز كبلر (Johannes Kepler) (1571-1630)] وكفاحه في دفاعه المستميت عن أمه التي واجهت خطر الاتهام بممارسة السحر الذي كان محرماً آنذاك وكان الموت حرقاً عياناً أمام الملاء هو العقاب النازل فعلاً فيها وفي كل من ألصقت به تلك التهمة حتى ولو لم تثبت فعلاً<sup>(1)</sup>.

كما قمت بعرض مأساة الفيزيائي والرياضي الألماني اللامع [رودولف كلوزيس

(1) وأنى لها أن تثبت فعلاً سواء اليوم أم البارحة!!! (المترجم).

(Rudolf Glausius (1822–1888) التي أثرت فعلا على سيرة حياته العملية وعطلت عجلة إنجازاته العلمية لسنين طويلة، كي نعي ونفهم بأن علماءنا الأفاضل ما هم إلا بشر لهم من الشعور والعواطف ما يتأثر بموت زوجة وهي على فراشها أو وهي توشك أن تلد طفلها، أو أن تقصم ظهره دعامة حديدية في طفولته ليعيش بعدها متألماً أشد الألم لبقية حياته، مثل الكيميائي البريطاني [وليم هنري (William Henry (c. 1774–1836)]، أو أن يعاني آلام الجراح التي أصيب بها خلال قيادته لعربة إسعاف خلال الحرب الفرنسية – البروسية كما هو حال (كلوزيس) آنف الذكر.

ولا أخالني أجناب الصواب إذا ذكرت بأن للعبقري ثمناً قد يكون فادحاً تدفعه عائلة العبقري مرة ويدفعه هو مرات!! فكثير من زوجات العباقرة كن قد أترعن كؤوس المنون فانسدل ستار مسرح الحياة عنهن فدفعن ثمن مواكبتهن لهذا الألمي أو ذاك العبقري حياتهن ذاتها، أما أزواجهن المفجوعين بهن فقد زيد لهم كأس ضعف من المرار بنتيجة فقدانهن مرة، ومن الوحدة والعيش بنكد لتربية أطفالهم وحيدين من بعدهن مرات. فعلى سبيل المثال توفيت زوجة الكيميائي الفرنسي (ألكسس بيتي – Alexis Petit) سريعا بعد زواجهما فقد ظلت أسيرة في فرائس المرض بعد ستة أشهر من ذلك الزواج. ثم ما لبث أن وافاها قدرها المحتوم سريعا في عام (1817)، أما هو فلم يكن أحسن حالا منها فقد تشربه الكمد وهذه الحزن وانطفأت جذوة الحياة فيه ولما يبلغ الثلاثين من عمره! أضف إلى هذه القائمة المأساوية كل من زوجة (كاوس) و(أمبير) والفيزيائي الفرنسي الشهير [بيير ويس (Pierre Weiss (1865–1940)] اللاتسي تخطفتهن أصابع المنون وهن ما زلن في شرخ الشباب، أما (بربارة) زوجة الفلكي الإيطالي (كبلر) فقد قتلها مرض التيفوس عام (1611)، وأما (زلنس) زوجة الفيزيائي البريطاني [جيمس جول (James Joule (1818–1889)] فقد توفيت في عام (1854) تاركة حضانة طفليلهما إليه ليعانيها وحده! وأما ثالثتهما في ذلك (فكلارا) زوجة الفيزيائي الألماني [كوستاف كرشهوف (Gustav Kirchhoff (1824–1887)] والتي توفيت في عام (1869) تاركة الزوج المفجوع ليعزي نفسه وحيدا بتربية الأطفال الأربعة الذين تركتهم له بعدها، ومثلها فعلت (ماري) زوجة الفيزيائي الألماني [ماكس بلانك (Max Plank (1858–1947)] والتي



تمت له أربعة أطفال صغار كذلك بعد أن توفيت في عام (1909).

لا يختلف اثنان حول أهمية الإيمان والوازع الديني في حياة البشر وفي تشكيل شخصياتهم ونظرتهم إلى الحياة وإلى الوجود وفلسفتهم حول مآل الكون فضلاً عن بداياته، فلقد اكتنف الإيمان بالله (تعالى) والشعور الديني الصادق العميق قلوب الكثيرين منهم فأناهاها بنور التوحيد والتقرب إلى الخالق (جل في علاه)، كما أن آخرين منهم كان قد اختار الإلحاد وناقض نفسه بعد أن أيقن بوجود الخلق وكفر بوجود الخالق (سبحانه). وأولئك قلة غالباً ما تلمس الكثير من التعقيد في شخصياتهم والقهر واللامنطق في إخضاعهم للدين في طفولتهم الأمر الذي انقلب إلى الضد بعد أن شبوا وصلب عودهم.

وإليك من المؤمنين رجال مشاهير أسهموا بإبداع القوانين من أمثال الفيلسوف الطبيعي والعالم الكيميائي البارع الأيرلندي [ روبرت بويل (1626-1691) Robert Boyle ]، والذي كان قد تشرب بتعاليم العهد القديم ونذر نفسه لحبه، فالمتتبع لسيرة حياته لا يمكن أن يغفل ملاحظة هذه الشذرة أو تلك أو هذه البارقة أو تلك... واللائي يجمع بينهما عامل مشترك واحد هو الرغبة الصادقة والدقة العارمة لمحاولة فهم (ذات الإله عز وجل) وتمجيده من خلال فهم الطبيعة التي أوجدها، أو عن طريق وضع واكتشاف ودراية القوانين التي تفسر تصرفها. لقد أوصى (بويل) لما بعد مماته وشدّد على وضع كافة ثروته وريع أملاكه وقفاً مخصصاً من أجل الدفاع عن الدين، وإعادة طبع وتوزيع كافة محاضراته وكتاباته التي كانت تناهض الإلحاد وتحارب (بنفس منطقي علمي) كل من لا يؤمن بوحدانية الله (تبارك وتعالى) وكل من لا دين له. أما العالم (أمير) فقد آمن بقدراته على إثبات وجود الروح والتوصل إلى إثبات وجود الخالق (جل وعلا). وكثيراً ما نقل عن (كاوس) قوله، وكلما توصل إلى إيجاد نظرية أو إثبات أخرى، بأن نصره في مسعاه ونجاحه في إلهامه لم يكن ليتأتى من كثير معاناة ولا من فائض ألم من جراء البحث والتقصي، وإنما كان نفحة من الرحمة والإيمان أودعت قلبه مصدرها الله عز وجل (ومن سواه؟!).

ولكنني أعود لأستدرك القول بأن ليس كل من وضع قانوناً أو أبدع نظرية

لا بد وأن يكون مؤمناً موحداً، فهذا الفيزيائي البريطاني [وليم هنري براغ (1862-1942) William Henry Bragg] الذي كان دائم الاعتراف بأن أفزع ما زرع الخوف والرعبة في قلبه طوال سني طفولته وحوّلها إلى جحيم أرضي حقيقي كان اطلاعه على قصص الدمار والعذاب والخراب التي أسهب (التوراة) في سرد ظلماتها، ومع ذلك كان قد اقترب - في أواخر أيامه - من رياض الإيمان حينما اعترف صراحة بأنه مهما أكدنا على قوة العلم وإمكانياته على تحقيق أحلام الإنسان في الأرض أو في السماء فلا بد لذلك الإنسان من دين وفكر ليزرع في ضميره تلك الأحلام أولاً!!.

كان ما سبق سرداً مقتضباً لسير زمر العلماء المنقسمة بين الإيمان والإلحاد، ولكن بين دفتي هذا الكتاب أناس علماء عظام لا يكاد الباطل يجد لقلوبهم طريقاً لا من بين أيديهم ولا من خلفهم، أناس جُبلوا على الإيمان الصادق والتوحيد العميق وتشرفوا بإعلان تدينهم وعزوا إنجازاتهم العلمية لوازعهم الديني وإيمانهم الصادق لا غير.... وعلى رأس هذه الزمرة علماء أجلاء من أمثال (فراداي - Faraday) و (وليم تومسن - William Thomson) و (اللورد كالفن - Lord Kelvin) و (جيمس كلارك مكسويل - James Clerk Maxwell) و (جول - Joule).

لقد كان تمجيد الله (عز وجل) وتسييحه وتعظيمه مترامناً مع كل إنجاز علمي بشري حققوه، كيف لا وقد كانوا كاملي اليقين بأن ما اكتشفوه لم يكن إلا من صنعه في خلقه (تبارك وتعالى). لقد كتب (جول) في عام (1873) وضمن هذا السياق، عدداً من المحاضرات التي لم تنعه صحته المعتلة حينها على قراءتها على الملأ ولكنها ظلت خالدة في بطون الكتب اقتبس لك منها ما يلي:

((لا بد للكون من موجد ولا بد للعلم من مبتكر، فبعد حصولنا على العلم (والذي لا يمكن مقارنته بما لله - سبحانه - منه)، لا بد وأن نعتز بفصل من وهبنا إياه وفق إرادته (عز وجل). فإذا تم لنا اكتساب العلم صار لزاماً علينا استخدامه لمعرفة شيء من غايات الموجد (جل وعلا) عن طريق آلائه التي تحيط بكل ما حولنا كالروح والقوة وحتى إرادة الخير



التي تنطق بها كل ما صنعه يده (سبحانه).. وفي هذا السياق لا أرى غير تطابق الرأيين القائلين بأن الإقرار والتمشي مع الدلائل والبراهين المستقاة من القوانين الطبيعية من جهة، والإيمان بوجود... والإقرار بعظمة ذات الإله عز وجل (التي تظهر جلية ضمن التطبيق العملي - خلال الكون - لتلك القوانين من خلال استجابة مخلوقاته لها) من جهة ثانية)).

لقد استمسك الفلكي الشهير (كبلر) بذات الشعور كذلك ؛ وهو الإيمان بذات سامية وإله واحد جاهد طوال حياته ليتعرف على جانب منه وليكتشف جزءاً من عظمته (جل وعلا). حقق ذلك من خلال التعرف إلى... ومحاولة قراءة جانب من صفحة الكون الذي خلقه (سبحانه) والتعرف على آياته فيه، فلقد آمن بأنه إذا ما كان للإله (لغة) فلا بد أن تكون (حسابية) المعنى، (رياضية) المبنى ! وما أن الله عز وجل كان قد خلق الإنسان (على صورته) ونفخ فيه من روحه، فلا غرابة من أن يستطيع ذلك الإنسان (المؤمن بخلق الله وبأنه هو ذاته، أحد مخلوقاته) من أن يفهم الكون الذي خلقه الله له وخلقته هو فيه... فلقد جاء في مؤلف (كبلر) الموسوم (محادثات مع رسل غاليليو عبر الأفلاك) ما يلي:

((تتماز الهندسة بكونها فريدة من نوعها كعلم؛ فهي علم سرمدى خالداً ! تمتلك الدهن وتسير العقل، ولأوضح ما أعني أقول لك بأنها موجودة في كل ما يعيط بك من أشياء، بل هي عماد الكون والمفتاح الذي أعطي لنا من قبل صانعه لفهمه، ذلك لأن ذهننا البشري تمكن من اكتشافها وفهمها والتلذذ بها، ولعل في الهندسة الموجودة في الكون ومفتاحها الموجود في عقولنا الدليل القاطع بأننا نحن - بنو البشر - قد خلقنا على صورة الإله - عز وجل - فنحن نفهم لغته التي خلق بها ما خلق من أكران وعجائب. لقد كان في نيي أن أكون راهباً معتكفاً دارساً للأديان ولكنني عدلت عن ذلك، لأنني الآن أستطيع أن أرى الله (سبحانه) من خلال إيجاده لمخلوقاته وإيجاده للكون ذاته، فأنا أعرف كيف أكتشف ما صنع وهذا ما جعلني أنساقاً وأعجب أياً إعجاب بعلم الفلك، ففي السماء يمكث مجد الإله ويديع صنعه !)).

يؤمن الكثير من علماء العصر الحديث أو على الأقل لا يستبعدون فرضية وجود الخالق وراء

وجود القوانين التي أوجدها في الكون وإخضاعه للتصرف بموجبها. فهذا هو عبقرى الفيزياء الفلكية البريطاني (ستيفن هاوكنج - Stephen Hawking) يقر بثبات وفعالية القوانين الفيزيائية الكونية منذ اللحظة الأولى لتكوينه، وفي هذه الحالة لا بد من وجود إرادة عظمى وقوى كونية مسيطرة، أي لا بد وأن يكون الله (عز وجل) قد اختار الظروف الأولية واللحظة المناسبة لإيجاد الكون. ليس ذلك فحسب بل ليس لنا وحتى بالمنطق العلمي المجرد إلا أن نقر بأن قوة هائلة، عظيمة قادرة جبارة هي التي أوجدت مثل هذا الكون الذي نعيش فيه بكل تفاصيله وبمعظم أبعاده وتنوع موجوداته، ولا بد أن تكون هي وحدها القادرة على اختيار مجموعة القوانين التي تحكمه.

لقد جاء في كتاب ستيفن هاوكنج الشهير (الثقوب السوداء والأكوان الفتية) ما يلي:

((إن) باختيار المولى عز وجل - أو قوى الطبيعة كما يحلو للطبعين أن يسموها -

لمجموعة القوانين التي تحكم هذا الكون الذي نعيش به نتيجة منطقية؛ انه إذا ما فرضنا

وجود أكوان أخرى، فإننا لا نستطيع رياضياً نفي وجود مجاميع مغايرة منها فيها. ومع

ذلك فلا بد من وجود بعض القواسم المشتركة، بمعنى وجود عدد قليل على الأقل من

القوانين والتي بإمكانها أن توجد مخلوقات عاقلة أمثالنا. وحتى لو كان هناك مجموعة

واحدة من هذه القوانين الفريدة القادرة على إنشاء موهبة الذكاء وملكة التفكير فلن

تكون أكثر من مجرد معادلات بسيطة. إلى الآن لا يوجد أي اختلاف في التفكير ولا

خطأً منطقي في الحساب ولكن المشكلة تكمن في السؤال المحير التالي: ما هو ذلك

الشيء الأزلي الخارق الذي يستطيع أن يتفخ الحياة في تلك المعادلات ويخلق لها كونا

تجسد قوتها فيه؟ وهل ستكون لنظرية المجال الموحد (Ultimate Unified

Theory) التي نسعى نحن جميعاً للملمة أطرافها وحل أحاجيها تلك القوة المبدعة

والقابلية المقتعة التي تمكنها من وضع لمسة الكمال الأخيرة عليها بنفسها؟؟).

لقد عبر الفيزيائي والفلكي الإيطالي الشهير [غاليليو غاليلي

(Galileo Galilei (1564-1642)] في عام (1623) عن آراء معظم الفطاحل الأجلاء

والعابرة العلماء المذكورين في هذا الكتاب حينما صرح بأن الكون على عظمته وتعقيده يمكن



فهمه ببساطة عن طريق الرياضيات فكتب يقول: (لقد كُتب سفر الكون بحروف رياضية). ومن آراء نيوتن (Newton) حول نشأة الكون والكواكب السابحة فيه: (إنه آمن بأن المولى عز وجل كان قد خلق الكواكب ورمى بها إلى مداراتها، ولكن حتى بعد أن أمرها بالانصباع إلى قانون الجاذبية كان عليها أن تتخذ بنفسها بعض التدابير وتقوم ببعض التعديلات على مساراتها حتى تنتظم نهائياً في مداراتها تلك). لقد كتب المحرر العلمي لمجلة نيويورك تايمز (New York Times) الكاتب (أدورد روثستين - Edward Rothstein) قائلاً: إذا ما جمعنا العوامل التالية والمكونة من: الخدس العلمي العام (وحتى المفهوم غير العلمي) بأن في الكون نظام لا يمكن تجاهله، وأن للعقل وللإنسانية قابلية لاشك فيها على إدراك النظام (كالاكتشاف، والتمتع بالرياضيات، والهندسة وتطبيقها على أوجه الحياة ومظاهر الكون المتعددة)، وأن هذا النظام وأن هذا الكون لا يمثل كياناً طبعاً مرناً إلى ما لا نهاية (معنى لا يمكن أن تحدث به بعض الأحداث الشاذة بصورة متكررة ولا بين الحين والحين).. أفلا تعتقد وتتصور بأن في جمعنا لهذه العوامل سنتوصل حتماً إلى مبادئ الإيمان؟

لعل أكثر ما شد انتباهي وأثارني وأيقض حواسي كمؤلف وليس كقارئ لهذا الكتاب هو الجانب المتعلق بالاكتشافات (الكهربائية) لأناس غاية في التدين وقوة الإيمان. خذ مثلاً عصرنا الحاضر بكل إنجازاته وتقنياته التي أصبحت في الآونة الأخيرة حقاً (لا يتصورها الخيال). إن عصرنا هذا يستحق وبحق أن يحمل اسم (عصر المعلومات)، ولا يشك أحد في ذلك نظراً للشأن السامي الذي ارتفعت إليه الحواسيب والدوائر المدججة وطرق نحت الترانزستورات والوصلات الإلكترونية على مستوى الذرات إن لم نقل على مستوى الجزيئات، وبلوغ البرامجيات حداً من التطور يفوق الخيال، كما لا حاجة لي بتذكيرك بعمود الإنجاز الحواسبي العصبي وأهميته وأعني به (الشبكة العنكبوتية العالمية - www) وكيف قلبت عالمنا اليوم رأساً على عقب، ولكن أود التركيز وجلب انتباه الجميع إلى أن كل ذلك لم يكن ليحدث لولا اكتشاف واستخدام الكهرباء فمن هم أولئك العظام الذين قامت (الكهربائية) على أكتافهم؟

إنهم الأفذاذ من أمثال أمبير (Ampere) وشارل أوكستين دو كولوم (Charles Count Alessandro) والكونت ألساندرو فولتا (Augustine de Coulomb) وهانس كرستيان أورستد (Hans Christion Qrsted) وفراداي (Volta) (Faraday) ماكسويل (Maxwell). لقد كان الجيل الأعظم من هؤلاء العلماء (ذوي الأفكار الكهربائية النيرة!) والذين عاشوا خلال القرنين الثامن والتاسع عشر أناسا متدينين بأسمى مراتب الدين، وقد أوصلتنا عقولهم وأفكارهم (الكهربائية) المتوهجة إلى التمكن من بناء بواكير الديناموات ومن ثم المولدات الحديثة (المائية والحرارية والانشطارية) والتي تزود مدننا العظيمة اليوم بالطاقة.



## مناقضة المسيحية للعلم ومناهضتها له

لقد كتب (ميشيل كيولن - Michael Guillen) في مؤلفه الممتع (المعادلات الخمس التي غيرت وجه العالم) ما يلي حول التناقضات الجمة بين المسيحية والعلم والتي كثيراً ما كانت تصل إلى ذرى مأساوية لم تكن في صالح أي منهما:

((لقد كان موضوع الأقاليم الثلاثة في المسيحية (الآب والابن والروح القدس) لاتباعها ولا يزال مصدراً محيراً ومنبأً للريرة والنقاش سواء للمتدينين منهم أو لغيرهم من أنصار أو من دارسي هذا الدين<sup>(1)</sup>، كما كان موضوع الجمع بين أو تفسير العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية وقوى الجذب مصدر حيرة الفلاسفة والعلماء الدائم، فقد كان الجدل محتتماً حول حقيقة الخصوصية الجنية التي تتمتع بها كل قوة مما جعل الفلاسفة يطرقون ويفكرون ويواصلون نبش خاهم بأيديهم متسائلين، هل علينا أن نقر فعلاً باستقلالية وخصوصية كل قوة لوحدها أو أعساها كلها حقيقة واحدة بثلاث صور كما تقول المسيحية؟)).

في خلال مرورك بصفحات هذا الكتاب ستلتقي... وبلا شك وعند موضوع (الكهربائية والمغناطيسية) بالعالم الفرنسي الفذ [شارل أو كستين دو كولوم Charles Augustin de Coulomb] الذي اكتشف بأن القوى المغناطيسية الجاذبة أو النافرة ما بين رأسي قطبين مغناطيسيين معلقين في الهواء لا بد وأن تتضاءل متناسبة مع مربع المسافة الفاصلة بينهما، كما اكتشف بأن كافة الأجسام المشحونة المعلقة بخيوط في الهواء لا بد أيضاً أن تخضع لقانون (التربيع العكسي) تماماً كما تخضع له أجرام (نيوتن) الدائرة حول الشمس في أفلاكها.

(1) أصل الإيمان الذي بنيت عليه الأديان السماوية الثلاث وما آمن به الرسل منذ آدم (عليه السلام) مروراً بأبني الأنبياء إبراهيم عليه السلام وحتى خاتمهم محمد (صلى الله عليه وسلم) هو التوحيد - المترجم.

وستمر أيضا بعالم جليل آخر اسمه (فاراداي - Faraday) والذي استطاع أن يثبت عمليا قابلية إنتاج المغنايط المتحركة للكهربائية وبناء على ذلك واستنادا للأفكار الموحاة إليه من الأعمال التي قام بها العالم الكهربائي التجريبي الإيطالي الشهير [لوجي كلفاني (Luigi Galvani 1737-1798)] فقد توصل، وهو عالم اللاهوت المسيحي المتدين إلى القول والتشديد على أن لكل شيء حي روح ولا بد وأن تكون روح الكون الذي نعيش فيه هي هذه (الكهربائية) التي اكتشفناها وأسهبنا في دراستها.



## مناقضة المجتمعات للعلم ومناهضتها لرواده

لقد عانى الكثير من علماء هذا الكتاب من الكثير من التهكم والظلم والمجافاة للنيل من أفكارهم التجديدية إلى درجة مقاومتها ومناهضتها بل ومقارعتها من قبل زملائهم ونظرائهم ومجافاة مجتمعاتهم لهم لدفاعهم عنها الأمر الذي جرح كبرياءهم بالصميم وأذى أشخاصهم وأكلم شخصياتهم في العمق!! فهذا العالم (أوم - Ohm) وقد رُفِضت أفكاره وجرح مشاعره إلى الدرجة التي دفعته إلى الاستقالة من منصبه الكهنوتي في الكلية اليسوعية في كولون (Cologne) حيث كان يشغل منصب كبير أساتذة الرياضيات ومدرسيها. وبعد أن كان أعلى أعلام الرياضيات في عصره وشخصية مرموقة في مجتمعه، وجد نفسه وقد لفته الفاقة منبوذاً وقد طرد من عمله حتى أدار الزمن له ظهره لما تبقى له من عمره. ولعل في مذكرة التوبيخ التي نشرت بحق كتابه في الفيزياء ما يعكس مقدار الظلم الذي صبه مجتمعه وأصحابه عليه، حيث جاء فيها: «يقر مجلس العلماء المنعقد لتقييم جهود السيد (أوم - Ohm) من خلال تقييم كتابه في الفيزياء بأن هدف هذا الكتاب وخالص الجهد المنصب فيه لم يكن له إلا هدفاً واحداً صريحاً وواضحاً ألا وهو سلب الوقار والاحترام من الطبيعة والإقلال من منزلتها، بل وإهانتها!!» أما وزير التعليم الألماني فقد نعت أوم بأنه (الأستاذ الذي قدم وحاضر بمواد مليئة بالبدع والخرافات والهرطقة التي لا ترتقي إلى مستوى المواد الصالحة للتدريس).

ولم يكن حظ (نيوتن) بأحسن من حظ معاصريه فلقد قام زميله ونظيره الفيزيائي البريطاني [روبرت هوك (Robert Hooke) (1635-1703)] بكيال التهم إليه وصب التحديات عليه إلى الحد الذي قرر (نيوتن) معه تأجيل طباعة وإصدار واحد من أهم أعماله في البصريات (Opticks) وحتى وفاة زميله الأخير هذا. وقد كاد النقاش العقيم والاتهامات الحادة التي كاليها (الآباء اليسوعيون - Jesuits) الإنكليز إلى نيوتن أن تقوده إلى الجنون حيث لم يكن في وسعهم إدراك ما ذهب إليه هذا العبقرى بخصوص موضوعاته ونظرياته حول الضوء والألوان،

ولقد استمرت هذه المحادثات واحتدم النقاش والتجريح ليس بمستوى وصحة العلم الذي جاء به فحسب بل وبشخصيته وبشرفه وبإيمانه إلى الدرجة التي دفعته إلى مشارف الانهيار العصبي التام. هذا ولقد أعمى الحقد والحسد (همفري ديفي (Humphry Davy (1778-1829) زميل وأستاذ العالم (فرادي - Faraday) بعد أن حقق هذا الأخير الكثير من الشهرة والنجاح والتفوق العلمي فصار الأول يكيل الاحتقار للثاني ويوصمه علناً بالخزي حتى انهيار وأصيب ووقع، كما وقع (نيوتن) في أحضان الانهيار العصبي فكاد أن يُجن!! واستمر في مناهضته وتدمير المكائد له وبذل الجهود المضنية من أجل أن يمنع ترشيحه وانتخابه لمنصب الجمعية الملكية للعلوم حتى نجح في مسعاه!!

اشتهر الفيزيائي النمساوي العريق [لودوك بولتزمن (Ludwig Boltzmann (1844-1906)] بأعماله الخالدة حول (الميكانيكا الحرارية - Thermodynamics) والحرارة و(الأنثالبية - Antropy)، أي زيادة كمية الفوضى في أي نظام حراري أو كيميائي أو طبيعي، كما اشتهر باستخدام مفهوم النّرة كأصغر وحدة للكيان المادي لتفسير إمكانية اعتبار الحرارة كصفة وكدالة إحصائية تستنبط منها الصفة الحركية لمجاميع الذرات المكونة لها، ومع كل إنجازاته ومركزه الاجتماعي المرموق تراه لم يكن في منأى عن المضايقة والمشغبة والحسد بل وحتى من حياكة الدسائس وتدمير المكائد له من قبل معاونيه وزملائه في العمل والبحث (العلمي!!) للدرجة التي دفعت كلا من (أرنست ماخ (Ernst Mach (1838-1916) و(فلهلم أوستوالد (Wilhelm Ostwald (1853-1932) إلى التشكيك بقدراته على حيازة منصبه وبقابلياته العلمية إلى الدرجة التي أزمّت حالته النفسية، حيث كان علماً مصاباً (بالكآبة) إلى الدرجة التي لم يطق الحياة معها فقتل نفسه في عام (1906). ولقد ظهر من التحليل النفسي الرجعي لشخصية (بولتزمن) بأنه كان مصاباً بالانفصام والشخصية المزدوجة التي كانت تتأزم خلال تدهور حالاته النفسية والعاطفية والتي كانت تتزامن مع استمرار حدة مناقشاته مع زملائه الذين تعمدوا إيذاؤه والنيل منه كيلاً من دون وجه حق، وكل ما نعرفه بخصوص تلك الحادثة الأليمة على وجه اليقين هو أنه انتحر بشنق نفسه إلى شجرة خلال عطلة قصيرة وفي أثناء نزهة عائلية له مع زوجته وابنته. ولا نستغرب نبذ المجتمعات لعلمائها والكآبة التي اكتسبها العلماء من قِراع مجتمعاتهم لهم،



فلقد أُصيب بها (بتي - Petit) و(نيوتن - Newton) وقد أوصلت (كاوس - Gauss) إلى حد الجنون!!

ولعل في نبذ المجتمعات والأصدقاء والحساد للعلماء والمبدعين عادةً، بل عُرفا تواترت عليه الأجيال فهناك الكثير والكثير من المبدعين والفظاحل والعباقرة واللوامع الذين لم يتح لي ضيق المجال ضمهم إلى أحضان هذا الكتاب والذين كان عليهم دفع ثمن باهظ من المعاناة والصبر والمجادة ضد مناهضيهم وحسادهم وحتى ضد من سعى إلى تدميرهم واقصائهم وإليك الأمثلة لذلك: جوبهت الاكتشافات الثورية للمضادات الحيوية التي قام بها البيولوجي السكوتلاندي الشهير [السر ألكسندر فلمنك (Alexander Fleming (1881-1955)] بالكثير من اللامبالاة من قبل زملائه وأصدقائه، كما قاوم بشدة وبمكر الكثير من الجراحين والأطباء الجراح الإنكليزي [جوزيف ليستر (Joseph Lister (1827-1912)] وأفكاره وتطبيقاته حول ضرورة مزاولة الجراحة تحت الظروف المعقمة منعا لحدوث الالتهابات والأخمجة، كما رُفضت وبشدة أفكار وأعمال المخترع الأمريكي اللامع [جستر كارلسون (Chester Carlson (1906-1968)] مخترع آلة الاستنساخ الشهيرة (الزيروكس - Xerox) من قبل أكثر من عشرين شركة قبل أن يتمكن من بيع اختراعه والاستفادة المادية منه، وأخيرا فقد عانت نظرية العالم الألماني [ألفريد ويكنر (Alfred Wegner (1880-1930)] الخاصة بتزحزح القارات وانجرافها الكثير من الاستخفاف والإهمال من قبل معاصريه من علماء الأرض والجيولوجيا، فلم يعرّها أحد منهم اهتمامه.

ولم تقتصر معاناة مبدعي القوانين على المجتمع والزملاء والحساد، فلقد كان على بعضهم صد الطعنات التي كانت توجه إلى ظهورهم من الخلف من قبل أحب أحبائهم، كأبائهم وآبائهم وإخوانهم، فخذ على سبيل المثال والدّة العبقري (كولوم - Coulomb) التي أرادت من ولدها أن يمتن مهنة الطب وأصرّت على ذلك ولكن ولدها أصر بدوره على دراسة المواضيع الكمية التي أحبها كالهندسة والرياضيات؛ من هنا دب الخلاف داخل العائلة بين الأم والابن ذوي الميول المتضاربة واحتدم الشجار بينهما وحمى وطيسه الأمر الذي دفع الأم للتخلي عن ولدها والتبرؤ منه رسميا فلم يعد ابنها قانونا على الأقل، ولك أن تتصور

مدى الأذى النفسي والشرخ العصبي الذي يمكن أن ينتج عن مثل هذه الأفعال.

هذا ولقد تصادم كل من الفيزيائي والرياضي الإيطالي الشهير [دانييل برنولي (Daniel Bernoulli 1700-1782)] والرياضي اللامع (بيو - Biot) مع والديهما وثارا عليهما لاصرار الآباء على انخراط الأبناء في سلك الأعمال والتجارة. وقد حبا الله الكيميائي السكوتلاندي [توماس كراهام (Thomas Graham 1805-1849)] أبا متمرنا قاسيا أصر على انخراط ابنه في سلك اللاهوت ليصبح أسقفا في الكنيسة السكوتلاندية وعمل ما بوسعه لثنيه عن الشروع والاستمرار فيما يعشقه قلبه وتوق إليه نفسه من حب لعلوم الكيمياء. ولعل نجم سعد (كراهام) تمثل بوالدته وأخته اللتين وقفتا إلى جانبه وشجعتاه بكل ما أوتيتا من قوة وإصرار فكان ذلك طوق نجاته من الانهيارات العصبية والسبب في مضيه لتحقيق أحلامه وإنجازاته العلمية في ميدان شغفه الذي ولع به فأبدع.

لقد عانى غالبية مبدعي القوانين في هذا الكتاب من نوع أو آخر من أنواع العوق الجسدي و/أو النفسي؛ فهذا الكيميائي والفيزيائي وعالم الأنواء الجوية الإنكليزي [جون دالتن (John Dalton 1766-1844)] الذي عانى من عمى الألوان، وذاك الرياضي الفرنسي [جوزيف فورييه (Joseph Fourier 1768-1830)] الذي عانى من عوق من نوع خاص جعله دائم المعاناة من الشعور بالبرودة فكان نادرا ما يود الخروج خارج الدار بدون اعتماره لمعطف ثقيل وكان غالبا ما يصطحب خادمه معه حاملا لآخر كاحتياط، حتى في أعز أيام قيض الصيف. وكان (كرشهوف Kirchhoff) بحاجة إلى عكازين لا يقوى على المشي بدونهما، كما كان (هوك - Hooke) شديد المعاناة من طفولة مريضة بائسة رافقه الصداغ المدمر فيها ولم يكن يتوقع له أن يصل حتى إلى أعتاب الصبا! وهذا (كبلر - Kepler) الذي قدر له أن يصاب بالكساح منذ طفولته، ذلك المرض الذي تقوست معه ساقيه إلى الخارج وأصيب بالكثير من الدمايل في وجهه كما عانى من ضعف شديد في البصر في كلتا عينيه، وذاك الكيميائي البريطاني الشهير [وليم هنري (William Henry 1775-1836)] الذي أصيب في طفولته بحادث عانى معه من آلام



مريحة طوال حياته والتي دفعته قسرا إلى إنهاء حياته بيديه فانتحرا!! ومن جانب آخر فقد أثرت أعمال وأبحاث بعض عظمائنا عليهم مباشرة فعانوا من جرائها صحيا، فخذ على سبيل المثال الكيميائي الفرنسي الشهير [بيير دولون (1785-1838) (Pierre Dulong)] والذي بتر انفجار إحدى تجاربه أصابع يديه وأطاح بإحدى عينيه فعاش كريم العين بدون أصابع لما تبقى له من حياته!!.

لقد لعبت الإعاقة الجسمانية ونكاد نقول الشعور بالنقص العضوي دورا محوريا في تبلور شخصيات هذا الكتاب وتمكنها من كتابة أسمائها في سجل الخالدين فقد قيل (كل ذي عاهة جبار)، ولعل هذا ما أكسب أولئك الأفراد الشعور الحقيقي بضرورة التميز وشحن إمكانياتهم وقابلياتهم لتحقيق رغباتهم في التعويض عما لحق بهم وعانوا منه فكان في ذلك الدافع المحرك الأساسي لهم لوضع بصماتهم على وجه العالم ولبلوغ الخلود المعنوي بما حققوه من إنجازات مبدعة شهدت لهم الدنيا والتاريخ بها.

ولعل حب التعويض عما لحق بالكثير من العباقرة من التشوه الجسدي والعوق الفيزيائي وحتى شعورهم بالانطواء والتغرب عن العالم المحيط بهم هو ما حفزهم لإذكاء روح الإبداع لديهم ودفعهم إلى الاجتهاد بوتائر لم تعرف لغيرهم سبيلا، فلقد وجدت شخصيا على سبيل المثال وخلال بحثي وتقصياتي لتحقيق كتابي المعنون (العقول الغريبة والعبقرية) بأن شعور القهر النفسي وحتى الهشاشة الجسمانية والخوف من المرض أو الموت المبكر هو ما دفع الكثير من العباقرة المبدعين إلى تحدي الذات ومقارعة المستحيل وكانت هي العوامل التي أذكت لديهم حب الإبداع والوقوع تحت ضغطه ومرارته<sup>(1)</sup>.

أما بخصوص الخالق (عز وجل) ووجود الحياة وانتشارها في الفضاء والكون فلنا ان نعجب حقا من الأعداد الكبيرة من العمالة الذين جاء ذكرهم في هذا السفر والذين آمنوا

(1) لي أن أضيف هنا بأن لا أحد ينكر الجانب السلبي المتمثل في الخوف من الموت والإحباط والإقصاء المرضي وأهميته في إذكاء الجانب المبدع لدى الإنسان (إن كان ضمن الحدود المحتملة) ولكن لي أن أشدد على أهمية الجانب الإيجابي أيضا المتمثل بقوة الإيمان وزرع حب العلم والتعلم وتشجيع الإبداع لدى النشء، كذلك - المترجم.

حتى النخاع بإمكانية بل وبضرورة وجود الحياة خارج سطح الأرض، فلقد دفعهم إدراكهم العلمي وإيمانهم الديني إلى الاعتراف بضرورة انتشار أشكال الحياة (حتى لو لم تكن مشابهة لنمطها على الأرض) خلال الكون.

خذ العالم [يوهان لامبير (Johann Lambert (1728–1777)] مثالا على الإصرار على عظمة الخالق وإمكانية التصرف في خلقه؛ فلقد آمن بضرورة وجود الحياة (أي نوع من الحياة) على كافة الكواكب والأقمار والمذنبات التي عملاً الكون، ففي كتابه الموسوم (الملخص في علم الفلك – Cosmologische Briefe) أكد لامبير على القدرة اللامتناهية للخالق (عز وجل) والذي لا يُعقل أن يترك حبة رمل ولا أصغر من ذلك ولا أكبر دون أن يشحنها بالمناسب من القوى والفعالية (بصورة أو بأخرى) وبالطريقة التي تجعلها جميعاً وعلى اختلاف تنوعها خاضعة لقوانينها الخاصة بها و/أو لقوانين عامة كونية لا بد لنا أن ندركها كحضارة عاقلة سواء عاجلاً أم آجلاً. ومثل ذلك آمن الفلكي الشهير [يوهان بود (Johann Bode (1747–1826)] بأن كل ما يستحق الوجود في الكون مثل الشمس والنجوم والكواكب والأقمار والمذنبات – لا بد وأن تقطنها حضارات عاقلة، فقد أوضح (بود) وأصر على المناداة بأن قدرة الخالق على جعل أجرامه مأهولة بالسكان (وبأي نوع أو بأي صنف كان – وليس بالضرورة كما هو عليه حالنا على الأرض) لهو الهدف الأعظم من الخلق، هذا وأن وجود الحياة خارج كرتنا الأرضية وكونها على قابلية وجاهزية واستعداد تام لإدراك خالقها وتفهم وتعظيم جلاله والتسبيح بحمده وإدراك الغاية التي وضعها لوجودهم عليها لهو الغرض الأساسي من الخلق والسبب المباشر للوجود، هذا وقد ساق الفيزيائي [ديفيد بروستر (David Brewster (1781–1888)] في كتابه الموسوم: (هناك أكثر من عالم واحد) عدداً من الأسباب المستوحاة من التوراة والتي استند عليها لتفسير وجوب وجود نظام شمسي مماثل لنظامنا وكواكب تدور حوله كما تدور الكواكب في نظامنا... كما وساق الأمثلة لوجوب وجود الحياة على كل شمس وكوكب وقمر منها!!



أما الفلكي العريق (كبلر - Kepler) فقد كتب قصة من قصص الخيال العلمي أسماها (النوم أو الحلم - Sominium) والتي يخيل لنا فيها قمر الأرض مسكونا بكائنات تشبه الأفاعي العظيمة من ذوات الجلود الاسفنجية هائلة الثقوب!!؟

وبعد تصنيف مكتشفينا العظام في هذا الكتاب وفق معتقدهم الديني وعمق إيمانهم ووفق ميولهم النفسية وتعقيداتهم السيكلوجية ووفق اتفاقهم مع عوائلهم أو اختلافهم معها، فإن الأوان لتصنيفهم ووفق طبيعة خلقتهم ونشوتهم قد آن!، فليس من الصعب بعد مراجعتك للكتاب أن تستنتج بأن جينات العديد والعديد من مكتشفي (قوانين الحقيقة) في هذا الكتاب لا بد وأن تكون (جينات فيزيائية!!).

نعم ذوو - جينات فيزيائية - تناسلت بل وتمازجت مع عوائلهم وهبطت معهم أبا عن جد، خذ على سبيل المثال العائلة (براك - The Braggs) فمنها الأب [وليم هنري براك (1862-1942) William Henry Bragg] والابن [وليم لورنس براك (1890-1971) William Lawrence Bragg] واللذان مُنحا جائزة نوبل للفيزياء في عام (1915) مناصفة لأعمالهما الخالدة ودراساتهما المستتيرة في حقل الكيان البلوري للمواد فاتحين سفر ذلك العلم وواضعين أسسه ومطلقين أغازه وفضائله للعالم.

ثم خذ العائلة الألمانية (الكولروش - The Kohlrausches) التي أنجبت الفيزيائي الشهير [فردريخ فلهلم كولروش (1840-1910) Friedrich Wilhelm Kohirausch] والذي تعاون مع أخيه الفيزيائي [فلهلم فردريخ كولروش Wilhelm Friedrich Kohirausch] في ميدان الكيمياء الكهربائية إضافة إلى والديهما الفيزيائي الشهير [رودولف كولروش (1809-1858) Rudolph Kohlrausch] والذي أمضى سني عمره في إجراء التجارب في مختلف ميادين العلوم المصاحبة. وكمثال ساطع آخر على مرور (جينات الفيزياء) وانسيابها مع الدم العائلي من جيل إلى الجيل التالي، لدينا العائلة السويسرية الاستثنائية (البرنوليون - The Bernoullies) التي أنجبت ثمانية من فطاحل الرياضيين خلال ثلاثة أجيال فقط، أسهم كلهم خلال القرنين السابع والثامن عشر بمد العالم بأعظم اكتشافاته التي ساعدت على تقدمه وتطويره

لحقول علمية كثيرة كالهيدروديناميكا وحساب التفاضل والهندسة التحليلية ونظرية الاحتمالات والهندسة والميكانيك وعلم حركة القذائف وإطلاق الصواريخ والديناميكا الحرارية وعلوم البصريات والمغناطيسية والكهربائية وعلم الفلك، وقدّموا كما لم تقدم للعلم والعالم عائلة أخرى مثلها عبر التاريخ!

وكمثال آخر لعائلة لامعة أخرى دعنا نذكر الأب العبقري الفيزيائي الألماني [كوستاف وايدمن Gustav Wiedemann (1826-1899)] والذي امتاز بذكائه الاستثنائي ونسبه الأصيل والذي اشتهر بقانون (وايدمن - فرانز) إضافة إلى إشغاله لمنصب الأستاذية في الكيمياء الفيزيائية في جامعة ليزيك (Leipzig). كان هذا الأب قد انجذب اثنين من العباقرة كما كانت أهمها وهي زوجته (كلارا - Clara) مترجمة علمية لامعة أسهمت في ترجمة كتاب الفيلسوف الطبيعي الأيرلندي [جون تندال John Tyndall (1820-1893)] والموسوم (الحرارة كأحد نماذج الحركة) إلى الألمانية. أما الابن فقد نبغ الأكبر (إلهارد - Eilhard) بالفيزياء فأصبح فيزيائياً مرموقاً ومؤرخاً للعلوم وله شرف أول من استعمل مصطلح (اللمعان - Luminescence) في علم الإنارة، كما نبغ الابن الأصغر (ألفريد - Alfred) في علم المصريات القديمة (Egyptologist) حتى صار حجةً عالمية فيها.

وإذا واضبنا على تتبع النسخ العبقري الصاعد خلال العوائل فلا بد أن نرجع على ذكر عائلتين مهمتين تميزتا بالإبداع وأفادت العلم والبشرية أيما فائدة وهما عائلة الفيزيائي الألماني الشهير [أدولف فيك Adolf Fick (1829-1901)] الذي اشتهر اسمه بإقرانه بقوانين الانتشار. لقد كان لهذا النابغة أخوان. برع الأول كأستاذ في علم التشريح الآدمي (Human Anatomy) وبرع الآخر كأستاذ في علوم القانون، أما العائلة الثانية التي لا يجب أن يغفل ذكرها أي كتاب لتاريخ أو لتصانيف العلوم فهي عائلة الفيزيائي الفرنسي (بيير - Pierre) وزوجته الملهمة البولندية الأصل (ماري - Marie) والتي حملت اسم عائلة زوجها (كيوري - Curie) اللذان حصلا على جائزة نوبل للفيزياء في عام (1903) لبحوثهما المشتركة المتعلقة بالإشعاعات، أما (ماري) فقد استطاعت الحصول



على جائزة نوبل مرة ثانية في الكيمياء وذلك في عام (1911) لاكتشافها عنصري (الراديوم - Radium) و (البولونيوم Polonium) الجديدين على الجدول الدوري وبذلك أصبحت هذه الفتاة البولندية أول من حصل على، أو شارك في الحصول على جائزتي نوبل في العالم. وأما زوجها (بيير) فلم يفق كمال جذوة عبقريته إلا غرابة مأساة موته، كما سيأتي تفصيله لاحقاً. وعند تتبع نزغ العبقرية في هذه العائلة نرى أن ابنة ماري وبيير الكبرى واسمها [إيرين (1897-1956) Irène] قد تزوجت الفيزيائي الفرنسي الشهير [جين فرديريك جوليو (1900-1958) Jean Frederic Joliot] واستطاع الزوجان الحصول على جائزة نوبل للكيمياء لعام (1935) !!.

والآن وإذا جاز لنا أن نتكلم عن (الخط) وتأثيره في مسار العلم والعلماء والاكتشافات والمكتشفين فلاشك بأننا سنمر على أمثلة رائعة محيرة والتي كاد العلم والعالم أن يسيرا في طريق آخر أو أن ينحيا منحى مغاير الولا قدرة الله (عز وجل) والتي يسميها غالبية الكتاب والمحدثين (بالخط)؛ فنخذ على سبيل المثال الحادث المروع الذي تعرض له في عام (1812) الكيميائي الإنكليزي الشهير [همفري ديفي (1778-1829) Hamphry Davy] ذلك الحادث الذي أصاب عينيه وأسلمهما إلى يد العمى المؤقت إثر الانفجار الكيميائي الهائل الذي تعرض إليه، الأمر الذي حدا بأن يأتي بـ (فراداي - Faraday) ليعمل مساعداً له مما وضعه على أعتاب أول مفترق طرق جعله يقرر مهنته التي سيزاولها لما تبقى له من حياته. أضف إلى تلك الحادثة مصادفة وقوع المقالة المطولة عن الكهربائية بين يدي هذا الأخير والتي صادف أن كانت عنواناً لمدخل الموضوع المنشور في الموسوعة البريطانية (Encyclopaedia Britannica) ذائعة الصيت عنه، وقد قرأه بشغف وتمعن وأعجب، بل وتشرب به حتى اتخذ هذا الموضوع خطة لحياته وميداناً لإبداعاته.

لقد لعبت صدفة عشور فراداي على تلك المقالة ذات الـ (127) صفحة دوراً مهماً في إذكاء ميوله الذاتية لحب موضوع الكهرباء، هذا إذا علمنا أنه كان قد حصل عليها بطريق الصدفة المحضة أثناء (تجليده) إياها لصالح أحد العملاء.

وإليك في ختام هذا التعريف الموجز عن مكتشفي القوانين وواضعيها نبذة عن شخصياتهم وظروف حياتهم، وحتى ما كانت قد لعبته الأقدار والصدفة في حياة واضع هذا القانون أو ذلك؛ لقد أصر الكاتب (شرون ب نولاند - Sherwin B. Nuland) على أهمية شخصية العالم أو المخترع وخصوصياتها ودورها المحوري في هدايته لاكتشاف هذا القانون أو ذلك كما آمن بأن دراسة الشخصية وتحليلها لا بد وأن يشكّلان حجر الزاوية في محاولة فهم تطور الأفكار العلمية عبر التاريخ.

وقد أوضح (نولاند) في مقالته الموسومة (الرجل أم اللحظة؟) أن في دراستنا لتاريخ العلوم غالباً ما نسهب في وصف وإرجاع الفضل للظروف الموضوعية التي ساعدت هذا العالم أو ذاك لتحقيق هذا الإنجاز العلمي أو ذاك ولكنه يؤكد أيضاً على ضرورة إلقاء المزيد من الضوء والاستفاضة في تحليل شخصية العالم أو المكتشف ذاته لأن في هذا الجانب المهم من الموضوع يكمن السر الحقيقي في رؤية أي إنجاز علمي للنور!! فكتب موضحاً...

(إذا ما أردنا أن نفهم لم استطاع هذا العالم دون معاصريه وزملائه اكتشاف أي أمر مهم فلا بد لنا من أن نغوص في تفاصيل حياته وأعماق شخصيته، كما علينا دراسة تفاصيل حياة بقية العظماء والمكتشفين لأنني على يقين بأننا في إتمام عملنا هذا سنضع أيدينا وستمكن من التعرف على طبيعة التربة الخصبة؛ بل وعلى طبيعة الحقول الثيرة التي ستكون مستعدة لاحتضان الأفكار والمناهج وبذور النور... الأمر الذي سيساعدنا على الإسراع في اكتشاف بل وحتى في تطوير ما لدينا من قوانين طبيعية وفيزيائية).



## أمن العدل أن يُطلق اسم شخص على قانون؟

إن في حصولك على نظرية جيدة أو على قانون معتمد، لا يجب أن يعني بالضرورة أنك قد توصلت إلى .... أو أن تلك النظرية أو ذاك القانون قد احتوى على (الحقيقة المطلقة). هذا ولا تعني (الحقيقة)، حقيقة وجود جسيمات محددة تدور مع بعضها حول أو داخل النواة. إن الحقيقة (والحقيقة الحقيقية) الوحيدة المستقاة من كافة الأعمال والإنجازات فتكمن في الرياضيات التي بُنيت تلك الأعمال عليها. إن كافة رموز المنطق والاحتمالات التي صاحبت القوانين والنظريات إضافة إلى كافة التفسيرات الملحق بها ما هي إلا وسائل (تعكس) يلجأ إليها البشر الفاني لإدراك الهدف النهائي الصافي المكين وهو الصيغة الرياضية لهذا القانون أو لتلك النظرية.

كربين

-John Gribbin: The Search of Super strings, Symmetry and the Theory of Everything.  
مقتطف من كتابه الموسوم (في طريق البحث عن نظرية الأوتار الفائقة، والتناظر وعن النظرية الشاملة).

## فيما وراء الكواليس، أو هل لي أن أقول عبر الزمن؟

إذا ما استطعت النظر خلف الكواليس وعبر الزمن فغالباً ما ستلاحظ أن هذا القانون أو ذاك كان الطريدة التي سعى خلفها ليصطادها أكثر من باحث ومكتشف، فإذا ما فشل هذا في اقتناصها، سارع ذاك للملمة شبাকে حولها فصارت من حظه وحصته. ولا تعجب إذا علمت أن ذاك قد يحدث ضمن فترة زمنية محدودة قد تقاس ببضعة أشهر أو سنين على أبعد تقدير ولكأن هذا القانون أو تلك النظرية كانت طريدة بحق حان أجلها لتسقط أمام أقدام من يختار اللحظة المناسبة لقتلها أو ثمرة ينعت وحن أو ان قطافها!!!.

ولم يجانب (نيومن) الحقيقة كثيراً حينما صرح ذات مرة فذهب كلامه مثلاً: (بأن ما يميز العالم الحضيف عن غيره فعلاً هو إمكانيةه للوثوب فوق أكتاف الآخرين لا لشيء سوى

ليتمكن من رؤية قطرة إضافية من أفق المحيط الذي يحيط به)، وستجد في كتابي هذا أكثر من مثل يؤكد الحقيقة القائلة بمحاولة أكثر من عالم وعبقري اكتشاف ذات الحقيقة ضمن فترة أشهر أو سنين معدودة وقد ينجح أكثر من واحد منهم باكتشافها بالفعل، ولأسباب كثيرة [لا أستبعد الخط (ومجرد الخط) منها] يحيد التاريخ ويأبى إلا أن يذكر أحدهم ويدخله سجل الخالدين. وفيما يلي دعوني - سادتي الأفاضل - أن أتشرف باصطحابكم خلال صفحات هذا الكتاب لتتعرف على الكثير من المرات التي صادف تاريخ العلم والعلماء مثل هذه الحقيقة عبر القرون.

### أبدأ بوحدة منها:

لقد استرعى انتباه المجتمع العلمي ظهور مطبوعة علمية نشرها الفيزيائي والكيميائي الفرنسي ذائع الصيت [جوزيف لوي كاي - لوساك Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850)] تضمنت قانونه في الغازات وهو شيء اعتيادي، ولكن ما استدعى الفضول والدهشة حينها ليس المضمون العلمي لذاك القانون فحسب وإنما تزامن نشرها مع ظهور نتائج بحوث مماثلة كان قد قام بها العالم دالتن (Dalton) في فترة متزامنة وصادف نشرها في ذات الوقت من عام (1802). لقد تزامنت نتائج واستنتاجات الاثنين بخصوص التمدد الحراري للغازات وتماثلت خلاصة أعمالهما بالقول بثبوت تناسب تمدد كافة الغازات مع درجة حرارتها إذا ما ظلت مناسبة لضغوطها ثابتة.

ذكرت في كتابي المنشور بعنوان (شريط موبوس - Mobius Strip)<sup>(1)</sup> تزامن اكتشاف ذلك الشريط من قبل الرياضي الألماني [أوكست موبوس August Mobius (1790-1868)] في عام (1858) ومواطنه الأستاذ القدير الرياضي [يوهان بندكت لستنك Johann Benedict Listing (1808-1882)]، الحدث

(1) Mobius Strip: عبارة عن سطح ذو جهة واحدة وحد واحد يصنع من شريط ورقي بطوى نصف طية ثم تلتصق نهايته. إن القلم الذي يوضع على أي نقطة منه سيعود إليها (الترجم).



الذي ماثل اكتشاف حساب التفاضل والتكامل من قبل (نيوتن) و الرياضي الألماني [Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)] الأمر الذي يدعونا إلى الدهشة والتساؤل عن سبب تزامن التوصل إلى عدد من الاكتشافات من قبل أناس لا علاقة لأحدهم بالآخر!! وكمثال آخر: تزامن اكتشاف تطوير نظرية في التطور من قبل عالم الطبيعة البريطاني [شارل دارون (1809–1882) Charles Darwin] و [ألفريد وللاس (1823–1913) Alfred Wallace] بصورة منفصلة. وهناك الرياضي الهنكاري [جانوس بوليائي (1802–1860) Janos Bolyai] والرياضي الروسي [نيكولاي لوباشفسكي (1793–1856) Nikolai Lobachevsky] والذي يظهر أنهما توصلا بصورة منفصلة وبوقت متزامن أيضا إلى اكتشاف هندسة القطع الناقص (Hyperbolic Geometry) وفي هذه الرواية شائعة مفادها أن كلا الرياضيين كانا قد تعلما أسس تلك الهندسة بصورة غير مباشرة عن طريق الاطلاع على أعمال (كاوس – Gauss) الذي عاش في نفس الحقبة واهتم بذات العمل.

لقد ملأت الاكتشافات المترامنة تاريخ علوم المواد؛ فقد تزامن اكتشاف طريقة تنقية الألومنيوم بالتحليل الكهربائي باستعمال خام الكرايولايت<sup>(1)</sup> المعدني من قبل الأمريكي [شارل مارتن هول (1863–1914) Charles Martin Hall] والفرنسي [بول هيرول (1863–1914) Paul Heroult] وبصورة منفصلة أحدهما عن الآخر الأمر الذي قدم للصناعة طريقة سهلة وغير مكلفة وفعالة لفصل الألومنيوم النقي عن بقية المركبات المصاحبة له مما أدى إلى تقدم الصناعة وتأثيرها إيجابيا بذلك.

لعل التفسير المناسب لمثل ذلك التزامن في الوصول إلى عين الاكتشافات هو (نضج الوقت) لتلك الاكتشافات، إذا أخذنا بعين الاعتبار كل ذلك التراكم المعرفي وقت حدوثها. وقد

(1) Mineral Cryolite: أحد خامات الألومنيوم وتركيبه الكيميائي  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  Hexafluoral (minate) ويسمى سادس فلوريد الألومينات وأول ما وجد كميات كبيرة كان في الساحل الغربي من كرينلاند واستخدم في استخراج العنصر كهربائيا. (المترجم).

يكون سبب التزامن هو حصول المكتشفين على عين الفكرة من ذات المصدر الذي صادف ظهوره في فترة اهتمامهما بنفس الموضوع. وهناك من الجانب الآخر الكثيرون ممن يودون توشيح تعليقاتهم بوشاح الغموض والطلاسمية حين يذهب أولئك في تفاسيرهم إلى أعماق وأبعاد أخرى طارقين باب المصادفة مرة وباب تدخل الطالع أخرى ووجود القوى ما فوق الطبيعة في الثالثة. خذ مثلاً العالم البيولوجي [بول كامير (Paul Kammerer) 1880-1926] الذي كتب: وهكذا - وبعد دراسة وتعمق - نجد أنفسنا نراقب صورة الكون الفسيفسائية وكأننا ننظر من خلال المنظار الزجاجي (الكاليدوسكوب - Kaleidoscope)<sup>(1)</sup> والذي يُرجع إلى أبصارنا (صدى) ما نتطلع إليه متشابهاً تماماً لرغم ما يظهر لنا عياناً من دورانه وتغيره المستمرين. فهو يقارن الأحداث في عالمنا وحياتنا بقمم الأمواج في المحيط المتلاطم والتي تظهر وتختفي بصورة منفصلة عن بعضها البعض وكأن لا رابط بينها.... وتفسّر نظريته (المتناقضة) الغريبة تلك الأحداث الظاهرة على سطح هذا الكوكب بربطها بالتناغم والتماثل الغامض للتيارات المائية في باطنه بصورة تجعلها تؤثر في أحداث العالم الخارجي وتعمل بعضها يماثل بعضاً أحياناً!.

رغم التزامن الذي لف الكثير من أحداث العلم واكتشافاته وبالأخص اللغظ المصاحب لتسمية القوانين إلا أني حرصت أن تكون كافة القوانين التي ضمها هذا الكتاب، قوانين محكمة أو جدها أناس متميزون ذوي عقول راجحة سميت بأسمائهم، وهم يستحقون كل الاحترام والتقدير لقاء عملهم ذاك. وأنا لعلّ يقين بأن المكتشف والمبدع لأي قانون أو مبدأ لا بد وأن يكون - برأيي وبرأي الكثير من الباحثين غيري - شخصية لامعة لا غبار عليها وعقلاً جباراً يُشار إليه بالبنان في تاريخ العلم، حتى وإن ترددت الأصداء وأثبتت الأحداث بأن هذا العالم أو ذاك كان قد استقى أفكاره من غيره أو حتى وإن كان الإنجاز عملاً مشتركاً أسهمت به عدد من العقول.

(1) Kaleidoscope: لعبة بصرية تتألف من منظار هرمي الشكل ثلاثي الأسطح على الأغلب أو أسطواني مع القاعدة والقمّة المغلقة بعدسة مكبرة عادية. تبطن الأسطح والقاعدة بمثلثات من مرايا عاكسة وتوضع بداخله قطع زجاجية ملونة. وبإدارته تتضاعف وتتماثل صور الزجاج الملون بداخله خالقاً لدى الناظر شعوراً بالتكرارية والتماثل بشكل مختلف في كل دورة (الترجم).



ومن الجدير بالذكر أن تاريخ العلم وقد أتقنا بعلماء أجلاء (كأينشتاين) و(نيوتن) والذين عُرف عنهم عدم قيامهم بأنفسهم بأي تجارب أو مشاهدات وإنما كانت إنجازاتهم نتيجة هضمهم وفهمهم وترتيبهم لما قام به غيرهم من مشاهدات. ناقشت (ليزلي برلن - Leslie Berlin) في كتابها (الموجد للشريحة الميكروية - The Man Behind The Microchip)<sup>(1)</sup> قائلة: من خلال التمهيص الدقيق (للتاريخ الطبيعي) لكل الاختراعات، نكاد نُعزي أغلبها - إن لم نقل جميعها - إلى جهود مشتركة بذلها عدد من الأشخاص، حتى وإن انتهى شرف تسميتها باسم شخص واحد، لأن من صفة الإبداع أن ينتج من تلاقي الأفكار والعمل المشترك لفريق من النبهاء ذوي الأذهان المتوقدة. وقد يصدق ما جاءت به (برلن - Berlin) من أفكار حول الجهود المشتركة وتضافرها لتحقيق غالب الاختراعات، إلا أننا لا بد وأن نعترف باضمحلال وخبو مثل ذلك الجهد المشترك في تاريخ اكتشاف القوانين، وإن اتفقنا على حقيقة شروع كل مكتشف ومبدع بدراسة الكثير من نتائج غيره العلمية. إن التوصل إلى مرحلة إبداع قانون أو اكتشاف مبدأ وتحريره على شكل معادلة محكمة مفردة، لم يكن يوماً عملاً مشاعاً بين جمهرة من العاملين بل على العكس، يؤكد لنا تاريخ العلم بأن مثل هذا الإنجاز غالباً - وفي الغالب الأعم - لم يكن إلا نتيجة جهد شاق لشخص واحد اعتكف الساعات الطوال بعزلة شبه تامة، صارع وضاد ما سبقته من أفكار حتى توصل إلى ما توصل إليه في لحظة حاسمة من التجلي والإلهام النادرين. وعلى العكس مما سبق نجد أن غالب الاختراعات الحديثة المعقدة كالسيارات والحواسيب قد ضمت بين ثناياها الجهد المشترك لعدد من المساهمين من كيميائيين في مختبرات وفنيين في مصانع ومخترعين في مختلف الحقول والاختصاصات - كالكهربائية والدوائر والزرجاج والمعادن والإلكترونيك وغيرها - لخلق الأجزاء المختلفة والمتعددة التي تتكون منها السيارة أو القطع المعقدة التي يتألف منها

(1) Microchip - شريحة دقيقة جداً لا تتجاوز مساحتها 2-4 سنتيمترا مربعا مصنوعة من البلاستيك أو الميكا توضع عليها أو تنحت خلالها وتقنيات مختلفة الآلاف (بل والملايين) من الترانزستورات وتستعمل في الأجهزة الإلكترونية ولها فضل الاختزال الهائل لأحجام مختلف الإلكترونيات. (المترجم).

الحاسوب. صحيح أن العلوم الأساسية في يومنا هذا صار لها المختبرات العظيمة وجمهرة من العاملين بأسلوب الفريق، إلا أن التاريخ يأبى أن يتحقق القانون الفريد الحضيف بهيئته الرشيقة المتمثلة بمعادلة رياضية آسرة الأحكام بليغة البيان إلا على يد - ومن إنتاج ذهن - رجل واحد مختص ألهم سرها في لحظة ذهبية من لحظات التجلي النادرة في الكون.

وإذا راجعنا التاريخ بسرعة ونظرنا باهتمام إلى القوانين وإلى غيرها من الاكتشافات العلمية المهمة من خلال مؤلفات مؤرخي العلوم لوجدنا بعضهم شديد التردد، عصي الموافقة على أسلوب تسمية تلك الأعمال بأسماء أفراد بعينهم، وقد يذهب آخرون منهم مذهب التطرف من العملية برمتها ويقرون - مؤمنين - بفشل كافة العلماء عند اختيارهم أسماء الأشخاص الذين درجت أسماؤهم على توشيح (اختراعاتهم) و (اكتشافاتهم). ولتوضيح هذه الفكرة الغامضة إليك ما جاء به (جم هولت - Jim Holt) في كتابه (نظرية الهوية المغلوطة: لماذا على العلماء الخطأ دائما في اختيار اسم الرجل المناسب) قال فيه:

((هل سمع أحدكم بقانون تسمية (ستكلر - Stigler)؟ والذي ينص بأبسط صوره على (إخفاق العلم والعلماء التام بتسمية أي من اكتشافات الطبيعة العلمية باسم مكتشفها الحقيقيين)؟ دعوني أوضح لكم: لقد جاء ذكر هذا القانون في أحدث كتب (ستكلر) نفسه والموسوم (علم الإحصاء... يفتح قلبه) والصادر عن جامعة هارفرد... فأول ما يتبادر إلى الذهن هو الاستفسار البسيط التالي: إذا سلمنا بصحة هذا القانون فإن أول ما يتوجب الاعتراف به هو أن (ستكلر) نفسه لم يكن واضعه الأصلي. ولقد أمسك (ستكلر) بطرفي خيط اللعبة منذ البداية بإحكام حين ذكر أن الموجد الأصلي لقانونه هو العالم الشهير المختص بدراسة الحياة الاجتماعية للعلماء (روبرت ك. مرتن - Robert K. Merton). فضرب بحصاة واحدة عصفورين؛ حصل وأثبت تمتعه بالتواضع من جهة وأكسب قانونه المناعة الذاتية اللازمة للصمود من جهة ثانية)).

فسر (روبرت مرتن - Robert Merton) ما ذهب إليه بقانونه قائلاً: إن جميع الاكتشافات العلمية لا بد وأن تكون متعددة (الموجدين) من حيث المبدأ. بعبارة أوضح إن أي



اكتشاف أو اختراع لا بد وأن يكون قد تم من قبل شخصين أو أكثر وفي كافة الحالات، ولكن لسبب أو لآخر يعزى ذلك الاكتشاف أو الاختراع إلى الشخص (الخطأ) من بين جميع الذين أسهموا بإيجاده، فقد يسمى القانون باسم الشخص الذي طوره وليس باسم الشخص الذي أوجده أو اكتشفه. وأضاف بأن الخطأ في التسمية قد يتأتى من الفارق الزمني الطويل ما بين الاكتشاف والتوثيق، فكثيراً ما يهتم العلماء أصحاب قرار التسمية (والذين غالباً ما يكونون جهلة بتاريخ العلم) بالأمور الشكلية العامة ويغفلون التفاصيل والدقائق المهمة التي هي أساس الإنجازات الخلاقة العظيمة.

لا شأن لنا بإثبات صحة ما ذهب إليه (ستكلر) أو تفنيده... ولكن لنا أن نذكر أهميته بالنسبة لعدد من القوانين غير العلمية كتلك المتعلقة بالتاريخ والاجتماع وغيرها من العلوم الإنسانية، إذ إنه كان قد رسخ بادئ ذي بدء على مثل تلك الاكتشافات والملاحظات. فعلى سبيل المثال لا يعتبر (هالي - Halley) المكتشف الأول للمذنب المعروف باسمه لسبب بسيط هو أن هذا المذنب كان قد شوهد ووصف من قبل عدد من الفلكيين عبر العصور وحتى قبل ولادة السيد المسيح (عليه السلام)<sup>(1)</sup>. ولكن دعنا هنا أن لا نقلل من شأن العالم الفلكي الإنكليزي الفذ [أدموند هالي (1656-1742) Admond Halley] والذي ساعدت دقة حساباته المنشورة على إدراكنا لما توصل إليه الغابرون وسجلوه تاريخياً. وعلى عكس ما جاء ذكره سابقاً (وفي حالة القوانين الطبيعية) فقد وجدت شخصياً أن القانون المعني غالباً ما كان يسمى باسم مكتشفه فعلاً أو باسم من ساهم بجدية بتطويره وتحسينه، ووضح طريقة استخدامه للأغراض العلمية والعملية. ولكن مع ذلك صادف في التاريخ أن توصل عالمان أو أكثر إلى اكتشاف ذات القانون وصياغته بأشكال مختلفة عبر القرون، وإليك المثال: (فقانون سنيل - Snell's Law) الذي فسر بدقة متناهية في عام

(1) أول ذكر مكتوب لمذنب هالي محفوظ في المتحف البريطاني على شكل رقم طينيه بابلية الأصل نوزح لظهوره في عام 164 قبل الميلاد. سبقه إلى ذلك نص صيني مفقود (جاء ذكره في نصوص أخرى يعود إلى سنة 240 قبل الميلاد) (المترجم).

(1621) تصرف الضوء وانكساره عند مروره بمادة الزجاج وقد سمي باسم الرياضي الألماني [فليبرورد فان روين سنيل (1580-1626) Willebrord van Roijen Snell]. ولكن المفارقة اللطيفة أن أول من جاء على ذكر هذا القانون واستطاع تفسير ظاهرة انكسار الضوء بدقة كان الرياضي العربي ابن سهل (Ibn Sahl)<sup>(1)</sup> في حوالي عام (984) للميلاد، كما تمكن الفلكي الإنكليزي (توماس هاريوت - Thomas Harriot) من إعادة اكتشاف هذا القانون وذلك في عام (1602) ولكنه لم ينشر أعماله. ولم يسم القانون باسمه النهائي الحالي إلا بضربة حظ قادت جامع المخطوطات (اسحاق فوسيسوس - Issac Vossius) إلى اكتشاف كتابات (سنيل) المظمورة والتي وجدت طريقها لاحقاً إلى الفيزيائي الألماني (كرستيان هيكنز - Christian Huygens) الذي جاء على ذكرها وشرحها في كتابه في البصريات المسمى (Dioptrica) والذي نشر في عام (1703). وتجدر الإشارة هنا إلى أن الفرنسيين غالباً ما يشيرون إلى قانون (سنيل) هذا باسم قانون دسكارتس (Descartess Law) لأن العالم الرياضي [رينيه دسكارتس (1596-1650) Rene Descartes] كان أول من نشر هذا القانون بصيغة الدوال المثلثية عام (1637) في كتابه الموسوم (الأساليب وتنظيمها)، ولكنه لم يضمن كتاباته أي تأكيدات عملية أو تجريبية. لم يسلم (دسكارتس) هذا من كثير من الاتهامات بالسرقة العلمية، كالهال (هيكنز) وغيره خصوصاً وقد تزامنت فترة وجوده في مدينة (ليدن - Leiden) الألمانية خلال وبعد فترة تواجد (سنيل) وعمله فيها. إلا أن تاريخ العلم ظل عاجزاً عن تقديم الأدلة الكافية لإثبات صحة مثل ذلك الادعاء.

(1) هو أبو سعد العلاء المكنى بابن سهل (940-1000 للميلاد)؛ رياضي وفيزيائي ومهندس اختص بالبصريات من رواد العصر الذهبي للدولة العباسية وعاصمتها بغداد. كتب الكثير من الرسائل حول المرايا والعدسات وفهم خواص المحدب منها. يعود إليه الفضل لكونه أول من اكتشف قوانين انكسار الضوء والتي تعرف اليوم بقانون سنيل وكان أول من صمم العدسات والمرايا الخالية من الزيغ اللوني. ولا يجب أن ننفل ذكر (ابن الهيثم، أبو علي الحسن بن الهيثم البصري - المولود في البصرة (العراق) عام 965 والمتوفى في القاهرة (مصر) عام 1039 للميلاد) والذي عُرف في الغرب بـ (الحازن - Alhazen)، وقد سبق (سنيل) و(نيوتن) في تفسير خصائص الضوء والعدسات بستة قرون، إضافة إلى عمارسته للطب والتشريح والفلك وعلوم الهندسة وحاز على لقب (بطليموس الثاني) (المترجم).



## أ نظريات أم قوانين؟

على النظرية المقبولة أن تنصاع للتجارب المصممة لاختبارها، ولكن رغم ذلك، هناك بعض الحالات التي قد يمكن للحدس العلمي فيها أن يصل إلى درجة من الاقتناع تبلغ من القوة أن تُقبل النظرية حتى قبل أن تُصمم التجارب المعدة لاختبارها. لقد اقترح أينشتاين - والكثيرون من العلماء معه - بصحة النظرية النسبية الخاصة حتى حين كانت التجارب تناقضها في الظاهر.

مورس

- Richard Morris: Dismantling the Universe

مقتبس من كتابه (تفكيك الكون).

لقد خصصت كافة المدخلات الرئيسية لهذا الكتاب لشرح وبحث القوانين والمبادئ العلمية، أما (النظريات) فلم تُبحث إلا ضمنها ولنا أن نسأل: ما القوانين وما النظريات؟ أعترف جاداً بأن خيط الفصل بين النظرية العلمية والقانون رفيع جداً. فعلى القانون - بمفهومي الشخصي على الأقل - أن يبلغ درجة عالية جداً من الشمولية والثبات، وعليه أيضاً أن (يقلص) ذاته ويبينها جلية واضحة مفهومة بمعادلة رياضية بسيطة، أي عليه أن يكون تركيباً رياضياً محكماً ودقيقاً، عالي المستوى وعلى درجة كبيرة من الضمان. ولكن بالمقابل ما هي النظرية بالضبط؟ لنضرب مثلاً خيالياً - سهلاً - عن إمكانية تحول النظرية إلى قانون؛ فباستطاعتي أن أضع نظرية أفسر فيها تعرض القواقع في إحدى غابات (الموزنيق) المطيرة إلى طفرة تناسلية عارمة زادت من أعدادها كثيراً كنتيجة لعوامل وظروف محلية في خلال فترة دراستي لتلك الظاهرة، والآن هل بإمكانني رفع مستوى نظرتي تلك إلى مستوى القانون؟ نعم بإمكانني ذلك إذا ادعيت أن عين تلك العوامل والظروف المحلية يمكنها، وعلى الدوام مضاعفة أعداد أنواع كثيرة أخرى من الحيوانات شهرياً، وكان بإمكانني إبراز الإثباتات لتلك الزيادة بأسلوب علمي منهجي مقنع لجمهرة غالبية من العلماء.

تختص النظريات بتفسير (لماذا) تصح القوانين، ويرينا القانون (كيف) يتصرف الكون بطريقته المعهودة ولكنه لا يفسر لنا (لماذا)، كما أنه لا يتطرق لشرح السبب أيضاً، أي لا يتقرب من (كيف) تسير المعرفة على طريق يتسع (بجنون) مع مرور الوقت. فكلما تقدمنا فيه إلى مرحلة جديدة ونظرنا إلى الوراء سناها بعين جديدة وبعفوهوم أوضح. والحقيقة هي أن النظريات الجديدة قد زودتنا برؤية أقدر على تفسير الكون الذي نعيش فيه، (فالجديد) اليوم قد يظهر لنا (قدماً) ويحتاج إلى تحديث غدا!

تختص النظريات العلمية الشهيرة عادة بشرح الحقائق وتفسير المعطيات والتي أثبتت عدداً من التجارب المستقبلية صحتها وبوتيرة مستمرة، ولكن علينا أن لا ننسى إمكانية وجود النظرية واعتمادها قبل أن تتاح لنا فرصة اختبارها والتأكد من صحتها. خذ على سبيل المثال (نظرية الأوتار - The String Theory) وهي نظرية حديثة تعنى بتفسير تصرفات الجسيمات ما دون الذرية ولا حظ أننا لا نسميها (بقانون الأوتار)، ذلك لأن على القانون أن يثبت صحته ومصادقته بصورة لا تقبل الجدل ولا الشك، بمعنى أننا لا نقفز للتوشيح بوشاح القانون (معادلة رياضية) إلا إذا اجتازت وبنجاح (لا غبار عليه) العديد والعديد من الاختبارات دون أن يتمكن أياً منها من إسقاطها. ولكن علينا أن نستدرك لنذكر بأننا لا بد وأن نخضع حتى (القوانين العظيمة الراسخة) لشيء من التعديل والتحويل كلما مرت القرون مسترشدين بما جد لنا من علوم، وبما هدينا إليه من معرفة جديدة فلا يوجد على الأرض ولا في ذهن البشري الحصيف ما يسمى بالقانون الخالد!

إذا تساءلنا الآن ما الذي يدفع العلم إلى التقدم وما هو تقدم العلم أصلاً؟ قد أجيبك بأن الدافع هو تطوير النظريات السائدة والقوانين (وتطبيقاتها بالطبع) وهنا يكمن الاعتراف الضمني بعدم كمالها.

يتقدم العلم دائماً لافتقار القوانين والنظريات الموضوعية في كل زمان ومكان إلى الكمال،.. خذ (قانون نيوتن للجذب العام) مثالا على ذلك، فلقد ساد هذا القانون الذي يصف قوة الجذب بين جسمين بأنها متناسبة طردياً مع كتليتهما وعكسياً مع مربع المسافة الفاصلة



بينهما، لفترة زمنية طويلة وكان السند الأمثل للتنبؤ - وبدقة متناهية عجيبة - بحركة القمر في دورانه حول الأرض وللتنبؤ بمسارات قذائف المدافع وسلوك طلقات البنادق. امتاز هذا القانون ببراعة تفسير (الجاذبية) بتوظيف عدد محدود من المتغيرات ولكنه عجز عن تفسير (ما هيتهما) ولم يقدم ما ينير فهمنا حول ميكانيكة عملها، كما أنه عجز عن التنبؤ - بدقة - بانحناء مسار الموجات الضوئية عند مرورها بقرب جرم كبير (كالأرض مثلاً)، الأمر الذي استدعى وجود (نظرية أينشتاين في النسبية العامة). تعمم موضوعه (أينشتاين) استخدام قانون (نيوتن) وتعتبر (الجاذبية) إحدى نتائج الانحناء الطبيعي في الزمكان (الزمان والمكان). وقد حان الوقت الآن لبلوغ (نظرية أينشتاين) هذه (المشيب) فلم تعد قادرة على مجازاة وتفسير تأثير الجاذبية ضمن مسافات متناهية في القصر كمثال المسافات الفاصلة بين الجسيمات ما دون الذرية، وهذا ما يثبت حقيقة إمكانية القوانين العلمية وبصورة عامة على تفسير كل ما يعرفه الإنسان عن ظاهرة معينة ولكن ضمن مرحلة تاريخية محددة. ذكر الفيلسوف [كارل بوبر (1902-1994) Karl Popper] في كتابه (المقاربة والتضاد) بأن كافة النماذج العلمية والقوانين لا بد وأن تكون وقتية. وأكد الفيلسوف (ديفيد هيوم - David Hume) في كتابه (تساؤلات حول الفهم البشري) بأنه يستحيل علينا إثبات مثالية أي نموذج والجزم المطلق بصحته مهما أوتينا من دقة الملاحظة وقدرة الاختبار.

كثيراً ما فكرت وحاولت تكوين وجهة نظر علمية مقنعة حول قوانين الفيزياء المتغيرة - ولو جزئياً - على مر العصور. فأمنت بأنها قوانين متطورة على الدوام، يشوبها دائماً شيء من عدم الكمال ولكنها لم تكن مخطئة تماماً لسبب بسيط هو نجاحها المطرد في إعانة الإنسانية على التنبؤ بالأحداث والمشاهدات مع ما يُبنى على ذلك من تقدم علمي فعلي ولفترة طويلة من مراحل المعرفة الإنسانية والتي تؤثر بدورها على تطور الحياة العامة. ولا نجافي الحقيقة في القول بأن غالبية تلك القوانين (القديمة) كقوانين (نيوتن) مثلاً، لا تزال مستمرة في عطائها باعتبارها عوناً لا غنى لنا عنه لفهم ظواهر الكون والتنبؤ بما تُمكننا به من فعالياته. تمتاز القوانين الحديثة والتي يُفترض بها أن تحل محل القديمة بقابلية أدق على التنبؤ مع احتفاظها

بكل ما هو دقيق وصحيح مما سبقها، مع تقديمها الاقتراحات الممكنة لإجراء تجارب جديدة والتوسع في جمع ملاحظات أشمل. وقد يخطر في بالي تشبيه عملية تطور القوانين برمتها بلوحة زيتية خارقة الجمال، عظيمة الدقة، وافرة التفاصيل. فقبل كل شيء وقبل تحقيقها كانت فكرة في ذهن رسامها المبدع ومشروعاً يحاول بها فهم ما حوله وتقديمه للآخرين. يستمر الفنان في سهره وإبداعه وتوضح تفاصيل اللوحة وجمالها مع كل ضربة فرشاة... وهذا يشبه ما يتم إضافته (من رتوش) على الصيغ الجديدة للقوانين القديمة كلما زاد فهمنا للكون... ولكن لن تكتمل تفاصيل لوحتنا الأثيرة ولن نتوقف ضربات فرشاة مبدعيها، كما لن نتوقف الإضافة لقوانين الفيزياء لأن بكمال الصورة إيداناً بانتهاؤها وبكمال القوانين إيداناً. عموت العلم الذي يحيا بها!!.

وباختصار يمكنني إعادة تشبيه ما سبق بمثال حساب الجذر التربيعي للرقم (2)، باستعمال الرقم (1.4)، الذي يعتبر كافياً في غالب عملياتنا الاعتيادية، أما (1.4142135623) فسيعتبر وبلا شك تقريباً أدق. لا أحد يدعي أن أياً منهما هو الجواب الصحيح المطلق ولكن لا أحد ينكر أن الأول أقل دقة من الثاني.

مما سبق يمكننا التقرب قليلاً من حقيقة العلاقة بين القانون والنظرية وذلك بالاطلاع على تعريف معجم أكسفورد الموجز (Shorter Oxford English Dictionary) للنظرية، حيث جاء فيه أنها (عبارة عن منظومة من الأفكار أو الجمل أو الرسوم التي ترمي إلى تفسير وتوضيح مجموعة أو أكثر من الحقائق أو الظواهر) والتي تتمتع بسند علمي حصيف والتي قد تتعدى (أو تخالف) بعض المفاهيم المتعارف عليها، كنظرية اينشتاين في النسبية العامة ونظرية دارون للانتخاب الطبيعي<sup>(1)</sup> هذا ويمكن للنظريات عموماً أن تساعد

(1) أعلنت الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم — The American Association For the Advancement of Science (A A A S) — تنازل نظرية دارون عن موقعها العلمي باكتشاف يعود إلى 4.4 مليون سنة هو (الهيكل العظمي الأنيوبي Ardiopithecus ramidus) والمسماة أودي — أذاعت كافة وكالات الأنباء الخبر عالمياً يوم الاثنين المصادف 6/10/2009م. (المترجم).



في اشتقاق القوانين حيث أمكن اشتقاق قوانين العدسات الضوئية والتي ساعدت العلماء والفنيين على بناء الأجهزة الضوئية من النظريات المعنية بتفسير أسلوب انتشاره.

جاء في كتاب (ارنولد ارونز - Arnold Arons) الموسوم (تطوير المفاهيم في الفيزياء) ما يلي:-

((هناك علاقة تبادل منفعة بين القانون والنظرية، فتقوى النظرية ويشد عضدها ويزداد

احترامنا لها كلما تمكنت من ضم عدد أكبر من الظواهر إلى حظيرة تفسيرها، وتزداد

معنوية وصلابة القانون كلما أحكم تفسيره لتلك الظواهر، ويزداد نفعه كلما تقرب

أكثر من النظرية. وبناء على ذلك فإن اشتقاق القوانين المتعلقة والمفسرة لحركة القمر

حول الأرض من نظرية نيوتن للجذب العام أكسبها الكثير من المصداقية والأهمية، علما

بأن التفسيرات والقواعد المفسرة لتلك الحركة كانت معروفة لفلكيي بابل القديمة)).

تؤمن الغالبية العظمى من العلماء والباحثين بصحة معظم النظريات والقوانين العلمية الموجودة

حاليا، لا مرء في ذلك، ويستخدمونها على الدوام في دراساتهم وتوقعاتهم، ولكن لا بد

لنا أن نعتبر النظرية أكثر حركة وديناميكية وتعقيدا من القانون إذا توخينا الدقة في التفريق

بينهما، فالقانون يختص بتطبيقاته على مشاهدة واحدة (مع تفاصيلها)، في حين تسعى النظرية

إلى تفسير مجموعة من الظواهر المترابطة وقد يكون لها عدد من الأجزاء الملحقه.

دعني أوضح الأمر لك بتشبيه الحجر بالمنجنيق، كلاهما - ولا شك - يمكن استخدامه

كسلاح ولكن للحجر صفة البساطة في هيئته وصفته وطريقة استعماله؛ وهو يماثل القانون

لدينا، وفي المقابل يتألف سلاح القرون الوسطى الفعال من عدد من الصفائح والقطع والحبال

والعجلات وحتى بعض الأعمدة والأذرع والبكرات والروافع والمساند بالإضافة إلى إناء

سميك قوي منيع يستطيع حمل الصخور الكبيرة لثقلها، هنا يماثل المنجنيق النظرية وقد كان

عُرْضة - ومنذ اختراعه - لعدد من التحسينات والإضافات على قطعه المختلفة إلا أن الهدف

الرئيسي منه لم يتغير عبر القرون رغم كل ذلك.

يخامر الشك والظنون الكثير من العلماء حول صحة عدد من النظريات العلمية الشهيرة

كنظرية التطور ونظرية الكم وغيرهما، ولذلك تراهم في دأب جهيد وبحث متواصل أكيد

من أجل تحسينها والتعمق في فهم أفضل لعدد من جوانبها.  
 وضع (جون كاستي - John Casti) الهيكل المنطقي للعلم في كتابه (قيمٌ فُقدَتْ) على  
 الشكل التسلسلي التالي:

الحقائق والمشاهدات



الفرضية



التجربة (أو التجارب)



القانون



النظرية

بمعنى أن عقل الإنسان وإدراكه وملاحظته للطبيعة والكون من حوله تمكنه من جمع  
 وتصنيف عدد جم من الملاحظات والمشاهدات والتي يمكن جمع المتقارب منها لصياغتها  
 بشكل فرضية تُخضعها التجربة للفحص والامتحان، والتي تنجح منها في إثبات صمودها  
 للتجربة ستتحوّل إلى علاقة شاملة تسمى القانون وقد ينضوي القانون تحت لواء نظرية ذات  
 مغزى شمولي توضيحي أوسع.

وكمثال يوضح ما سبق دعنا نتطرق إلى ملاحظات ومشاهدات الفيزيائي الفرنسي [جاك شارل  
 (Jacques Charles (1746-1823)] والذي شرع منذ عام (1787) في إجراء عدد من  
 التجارب والاختبارات حول علاقة حجم غاز معين بدرجة حرارته وكيفية تغيره مع تغيرها، توصل  
 بعدها إلى تبني ملاحظاته بدقة حول تلك العلاقة. ثم توصل بعد ذلك إلى وضع القانون المعروف  
 باسمه، حيث ينص قانون شارل على تناسب حجم كمية معينة من غاز مثالي طردياً مع درجة حرارته إذا ما  
 ثُبِت ضغطه، ثم استطاع العالم [كاي-لوساك (Gay Lussac (1778-1850)] في عام (1808)



من صياغة العلاقة السابقة صياغة كمية بوضع القانون المختصر الدقيق التالي لها:  $V = kT$ ، حيث يمثل (V) حجم الغاز و (k) ثابت التناسب و (T) درجة حرارته المطلقة. لقد استفاد العلماء في أرجاء المعمورة أياً استفادة من هذا القانون حيث مكنهم من تلخيص كافة نتائجهم المستقاة من عدد من التجارب في جملة واحدة يمثلها قانون دقيق واحد لا يتجاوز طوله الإنج الواحد. لاحظ هنا أن (قانون شارل) هذا لا يخبرنا (لماذا) على حجم الغاز المحفوظ تحت ضغط ثابت أن يتناسب طردياً مع درجة حرارته، وللإجابة على ذلك لنا أن نعود إلى النظرية الحركية للغازات والتي توضح لنا طبيعة ذلك التصرف بافتراضها حركة جزيئات كل غاز حركة عشوائية وأن جميع تلك الجزيئات هي في حالة تصادم مستمر بعضها ببعض وبجدران الإناء الذي يحتويها وهنا تؤدي زيادة درجة حرارة الغاز إلى زيادة الطاقة الحركية لجميع جزيئاته التي يتألف منها وبذلك يزداد ضغطه الذي يسلطه على جدران إنائه.

يُطلق اسم القوانين العملية على تلك المعادلات الرياضية الرشيقة أو الجمل المختصرة الحصيفة التي تلخص وببساطة مشاهدة رتيبة واحدة، وأمثلة ذلك كثيرة ضمها هذا الكتاب مثل قانون (كاي - لوساك - Gay-Lussac's Law) للأحجام المتحدة كيميائياً، وقانون (بود - Bode's Law) لقياس مسافات بُعد الكواكب، وقانون (هوك - Hooke's Law) للمطاطية، وقانون (سنيل - Snell's Law) لانكسار الضوء، وقانون (بويل - Boyle's Law) للغازات، وقانون (أوم - Ohm's Law) للكهربائية... وغيرها.

أما أنا فمعجب أكثر بالقوانين التي تفسر حالات ومبادئ أكثر شمولية ويمكنها التعبير عن ظواهر أكثر اختلافاً، ومن صفة مثل هذه القوانين أنها تستوجب منا تفسير مصطلحات جديدة غاية في الأهمية. وكمثال واحد عليها... أسوق لك (قانون نيوتن الثاني في الحركة) والذي ينص على تناسب معدل تغير زخم جسم ما مع خالص مقدار القوة المؤثرة عليه. يعبر عن هذا القانون اليوم بالدالة التالية:

$$F = dp/dt,$$

حيث يشير غمق الحروف على اتجاهية قيمها. بمعنى اكتسابها صفتي القيمة والاتجاه،

وحيث (p) هو الزخم ويساوي حاصل ضرب كتلة جسم في إزاحته و(F) هي القوة المسلطة و (dp/dt) هو معدل التغير في قيمة الزخم. ونشير هنا إلى أهمية كل من (الكتلة) و (القوة) كمصطلحين لا بد من تعريفهما بصورة واضحة وتبيانهما بصورة جلية قبل أن يمكن للقانون الحاوي عليهما أن يكون له أية معنى.

أما النوع الثالث من القوانين فهي تلك التي تمثل استنتاجا عاما مشتقا من نظرية، ومثال ذلك (قانون نيوتن للجذب العام) والذي تمثله المعادلة التالية:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

والذي يمثل تعميما استقى أهميته من قانون كبلر وقوانين نيوتن للحركة وطبيعة الأجسام المتجاذبة كحال الأرض والقمر بكتل معلومة مقدارها (m<sub>1</sub>) و (m<sub>2</sub>). وتجدد الإشارة هنا إلى أهمية هذا النوع من القوانين بالأخص لأنها وجدت طريقها للخلود عن طريق اشتقاقها من نظرية تربطها بها صلة (قد تكون شاملة أو جزئية).

وبالمنظر لإبهام السببية التي تنطوي عليها القوانين العملية ترى العلماء دائمي المثابرة والبحث عن الطرق والأساليب التي تمكنهم من تحويل القوانين العملية إلى قوانين مشتقة أو مستقاة ولو على مدى مرحلة زمنية مضيئة شاقة قد تمتد لعقود عدة.



## أكتشف القوانين أم نخترعها؟

أعرب هيزنبرك (Heisenberg) لاينشتاين (Einstein) عن رأيه التالي يوماً خلال حديثه معه قائلاً:

(حينما تُغرِنا الطبيعة وتطلعنا على الصيغ والنماذج الرياضية فائقة الجمال والرشاقة والبساطة والتي لم تُطلع غيرنا عليها من قبل، سنجد أنفسنا - على ما اعتقد - أسرى لتلك الفتنة وذلك الجمال الذي سيقنعنا - بحقيقته - وبأنه بالفعل قد كُشف لنا وحدنا وأنه بالفعل يمثل شيئاً جديداً ألهمنا إياه (دون غيرنا) لنحي بواسطته الطبيعة من حولنا ولنفهمها ونتمتع بها).

دافيز

- Paul Davies, Superforce

مقتطف من كتابه (القوة الفائقة)

في ظني (شخصياً) أننا لا نخترع قوانين الرياضيات والفيزياء وإنما نكتشفها، لسبب بسيط بيّن وهو أن وجودها لا يخضع أبداً لوجودنا. وأستلرك قليلاً لأؤكد وجود وجهات نظر مخالفة ومغايرة، وقد لا تخلو وجهة نظري تلك من متناقضات، أعترف بذلك، ولكن دعني أسوق لك المثال التالي: أنا من المؤمنين بأن القوانين الرياضية موجودة وليست حادثة؛ بمعنى أنه إذا أخذنا المعادلة التالية:

$$8 = 1 + 3$$

فلا أحد سينادي بصحتها بل ستتفق جميعاً على خطئها!

ليس هذا المهم، ولكن المهم هو هل كانت تلك المعادلة (صحيحة) قبل اكتشاف الأرقام أم لا؟ اعتقد ذلك! فالمنطق يحتم علينا الاعتراف بوجود الأرقام وعلاقاتها الرياضية سواء وجد الإنسان ليذكرها أم لا. لقد طرح (مارتن كاردنر - Martin Gardner) فكرة ماثلة بطريقة ذكية طريفة حينما قال: (إذا ما صادف اثنان من الديناصورات اثنين آخرين في البرية،

فلا بد أن يكون هناك أربعة منهم بغض النظر عن درجة الغباء التي يتمتعون بها والتي تحول دون إدراكهم لذلك! بعبارة أخرى فإن في البرية آنذاك وجدت أربعة ديناصورات سواء وجدت من البشر أحد لا يدرك ذلك أم لا!).

كتب (ج. هـ. هاردي - G. H. Hardy) في مؤلفه الشهير (اعتذار الرياضيين) ما يلي: (أنا مؤمن بوجود الكيان الرياضي المتكامل خارجنا ولا بد أن يقتصر دورنا على اكتشافه ومراقبته، وأن كل ما ننسجه من ضوضاء وجلبة وكل ما نحققه من انتصارات وإنجازات في اكتشاف النظريات الجديدة التي نفرح بإثباتها وننسبها - غرورا - لأنفسنا، ما هي بالحقيقة إلا ملاحظات وتسجيل لما هو موجود حولنا بالفعل ولا فضل لنا في إيجادها، فأنا مؤمن تمام الإيمان بأن كل ما (كتبناه) من قوانين طبيعية ومعادلات رياضية ما هي إلا ملاحظات ووصف لما اكتشفناه وكان موجودا قبلنا. لا أتوانى عن تشبيه مبدعي القوانين و (مخترعيها). محنقبي الآثار الذين في إماطتهم اللثام عن كنوز وأسرار وخفايا الأزمان الغابرة إنما هم (مزيلي غبار) عما حبى الله الكون من حقائق... لا غير).

يعتقد الكثير من العلماء - كما سبق وأن ذكرت في هذا المؤلف وغيره - ويشعرون شعورا عميقا بضرورة تمتع كافة القوانين بصفة - البساطة -. وفي مؤلفهما الموسوم (الفيزياء) وضح الكاتبان (ديفيد هاليداي - David Halliday) و (روبرت رسنك - Robert Resnik) هذه الحقيقة باقتراحهما التالي:

((إن إعلاننا عن نجاح برنامج ما في موضوع الميكانيك يؤكد لنا وجود قوانين بسيطة تتحكم به. ولعل ذلك هو السبب الأساسي لارتياحنا وإيماننا بقوانين الميكانيك الكلاسيكية. ولو أن قوانين القوى كانت من التعقيد وصعوبة الإدراك والفهم يمكن لما استأنسنا بها ولما طابت أنفسنا بها، وفرحت لها، ولما شعرنا بأننا قد ربعنا شيئا في فهمنا وتعاملنا مع الطبيعة)).

وإذا رغبت بالمزيد فإليك بعض الآراء حول بساطة وتبسيط الرياضيات وعلاقة ذلك بإدراك الحقيقة..



## الرياضيات المبسطة والحقيقة

- إن في سيطرة الرياضيات على الفيزياء خطورة تنطوي على إمكانية إغرائها لنا واستدراجها إيانا شيئا فشيئا إلى ممالكها المتوجة ببديع جمالها وبروائع كمالها والمهرة لنا ببديع صنعها في آن، ذلك الجمال والكمال المفقودان أصلا في حياتنا الواقعية والذي قد يتنافى حتى مع الفيزياء في تطبيقاتها الحقيقية، ولكن حتى ونحن نتسّم تلك الذرى الشاهقة، المسببة للدوار، علينا أن نمسك مداركنا ونستقرئ تاريخنا ونشاهد فكرنا لتأمل ذات التساؤلات العميقة التي أقضت مضاجع العظام قبلنا كـ(أفلاطون) و(عمانوئيل كانت)، وملخصها: (ما هي الحقيقة؟) هل هي تلك التي تدركها أذهاننا وقد أسكتتها فيها كالمعادلات الرياضية، أم أنها تقبع بعيدا (هناك)؟

عطيه

Sir Michal Atiyah, (Pulling the Strings) Nature.

مقتطف من مقالاته (سحب الخيوط).

- نقر ونعترف بأن نماذجنا الرياضية للحقائق الفيزيائية تفتقر بل هي بعيدة كل البعد عن الكمال حتى اليوم، إلا أننا لا بد وأن نسلم، من الجانب الآخر بأنهم قد زودنا بأدوات تحاكي الحقيقة وبدقة عظيمة تفوق أي وسيلة أخرى أو طريقة للوصف تفتقر إليها.

بتروز

Roger Penrose. (What Is Reality?)

مقتطف من كتابه (ما هي الحقيقة؟).

أجابت (ماريلين فو سافا - Marilyn Vos Savant) النابغة الوحيدة التي سُجلت في كتاب كنس (Guinness Book) للأرقام القياسية العالمية كحائزة على أعلى معدل ذكاء (IQ) في العالم بمعدل خيالي بلغ (228) نقطة! والمؤلفة لعدد لا يستهان به من الكتب الممتعة وزوجة الدكتور الطبيب (روبرت جيرفك - Robert Jervik)، مخترع القلب

الاصطناعي من نوع - Jervik 7 -، عندما سُئلت ذات مرة من قبل أحد قرائها: (لم على المادة أن تتصرف بطريقة يمكن التعبير عنها رياضياً؟) كما يلي: (لقد آمن الإغريق القدماء بأن تصميم الطبيعة لابد أن يكون رياضياً في جوهره)، ومن المعطيات الجمة للتطبيقات الرياضية المتنوعة استطعت أن أستنتج... ومن ثم الإيمان والإقرار بأن (رياضيات) من نوع ما لابد وأن يمكن ابتكارها لتفسير تصرف كل شيء! ولا أخالني سأعتبر المادة استثناءً لذلك). لاشك بأن الكثيرين - وأنا منهم - سيسلمون بوجهة نظر (ماريلين فو سافا) ويوافقونها في إجابتها على تساؤل ذلك القارئ، أضف إلى ذلك - وهذا ما ذكرته في مقدمة هذا الكتاب وما تواتر في أكثر من موقع خلاله - بأن (الحقيقة) يمكن أن يعبر عنها تماماً باستخدام مصطلحات ومعادلات رياضية بسيطة نسبياً وهذا ما يقودني إلى الاستنتاج بأن (الناموس الرياضي) لابد وأن يكون قد أودع في صميم الطبيعة منذ أو جدت.

للقوانين المذكورة في هذا الكتاب قابلية فريدة على إقناعنا وحتى إبهارنا برشاقتها ودقتها واختصارها بالإضافة إلى قابليتها الهائلة على التنبؤ. ليس لي أن أدعي أن للقوانين التي نعرفها قابلية تفسير (كل) ما نشاهده في الطبيعة الآن (وأخص بالذكر الظواهر الخاصة بالجسيمات ما دون الذرية) والتي لا ينبغي لمثلها أن تكون سهلة المنال بسيطة التركيب ولكني على ثقة، ويؤيدني في ذلك الكثير من العلماء، بأننا (وعمرور الزمن - الكفيل بتزويدنا بالمزيد من المعرفة الأساسية) لنأمل بتبسيط عدد من المعادلات العنصرية. يؤيدني فيما ذهبت إليه المؤلف (جيمس ترفل - James Trefil) في كتابه (طبيعة العلوم) الذي جاء فيه ما يلي، بخصوص البساطة والتبسيط الرياضي الذي نحن بصدد: (تشكل القوانين الرياضية هيكل الكون الذي نعيش فيه، فهي تمنحه شكله الذي نعرفه وتربط أطرافه بعضها ببعض، وتؤكد لنا مرة بعد أخرى بأن هذه الطبيعة التي نعيش فيها والتي نراقبها أو نتطلع إلى استكشافها هي مكان آمن مفهوم يفتح لنا ذراعيه وصدرة (على الدوام) - وبكل أمانة - لتتعرف عليه وندرسه ونتمتع بموجوداته وهي على استعداد لاستقبالنا وكشف أسرارها لنا، إذا ما وظفنا حسنا الإنساني ومنطقنا في التقرب إليها. نحن نعيش في زمن تكاد تنهار فيه الثوابت وتهتز فيه المسلمات إلى الحد الذي



قد يدفع - وقد دفع فعلا - بالكثيرين إلى فقدان الثقة بالسيطرة أو حتى بإدارة الأحداث. وهنا وفي مثل هذا الخضم المتلاطم المخيف تبرز لنا القوانين الطبيعية كطوق نجاة أو كفنار هادٍ في لجج الظلمات لتذكّرنا بأن أحلك ما يشغل بالنا وأصعب ما يتحدانا من منظومات معقدة نجابهها في حياتنا؛ يمكن أن نقاد لنا وأن نهادنا إذا ما أدر كنا أنها تعمل وفق قوانين بسيطة، سهلة قابلة للإدراك من قبل الإنسان المفكر المتعلم الواعي).

تكلّمنا كثيرا عن بساطة القوانين الطبيعية وضرورة كونها كذلك، ولكن هل لذلك أي معنى يقربه من ذهن القارئ العادي؟ دعني أصور لك هذا المشهد الخيالي الذي سيساعدنا كثيرا على فهم المغزى من القوانين بصورة عامة - والفيزيائية منها بصورة خاصة - ولماذا يفضلها الكل (وليس البعض) بسيطة.

لنفترض وجود عالم مطابق لعالمنا في مكان ما من الكون ولنفترض كونه غريبا إلى درجة أسميناه معها (بكون العجب!). فيه سيسام (كبلر) ولن يكف عن تنفّ لحيته لأنه وعمراقبته المضنية لكواكب مجموعته الشمسية لم يتمكن من توصيف مداراتها (بالإهليجية) - كحال مجموعتنا الحبيبة وإنما بدلا من ذلك وجدها تدور وفق نظام هندسي غريب شديد التعقيد فلم يتوصل لوضع أي معادلة رياضية تحكمها. ولم يكن حال (نيوتن) بأفضل من سلفه هناك وإن كان أكثر حظا منه بالتوصل إلى المعادلة الرياضية التي تفسر موقع وحال وتعجيل التفاحة التي سقطت على رأسه ولكنها كانت معادلة ذات عشرين حدا!! ترى كيف سيتمكن علماء ذلك العالم (في كون العجب الذي افترضناه) من صنع الطائرات وإطلاق الصواريخ وصناعة السيارات واستخراج البترول؟؟... لا شأن لنا بهم. فالحقيقة نحن نعتبر أنفسنا بخير ومحظوظين جدا، فمعادلات (كبلر) لدينا مفهومة، وتفاحة (نيوتن) عكست لنا تصرف الطبيعة التي أمكن تفسيرها برياضيات بسيطة مثل تلك التي نفترض أن حقيقة كوننا قد جُبلت عليها. يتفق عالم الفيزياء النظرية المرموق الأمريكي [ريتشارد فينمن (Richard Fynmenn) (1918-1988)] مع المنطق السابق، وقد حاول التأكيد على ضرورة أن تكون القوانين الطبيعية بسيطة وذلك من خلال استخدامه (لقانون نيوتن في الجذب

العام) كمثال يحتوي على كافة العناصر الضرورية اللازمة لأي قانون طبيعي (مثالي)، فكتب في مؤلفه الموسوم (مواصفات القانون الطبيعي) قائلاً:

((لابد للقانون أن يكون رياضي الهوية والتعبير أولاً، وأن ينقصه الكمال ثانياً وهذا ما حدث... فقد أقدم (اينشتين) على تهذيبه وتحويره، وهنا تكمن الروعة. لابد من وجود شيء من الإثارة والغموض في كل قانون، ولابد من وجود عيب أو نقص فيه مهما كان ضئيلاً (لا يرى بعين الجليل الذي قُدم إليه ولكن بعين الأجيال التي تليه) وهنا تكمن جماليته وجاذبيته كمثال أسطوري يسعى نوابغ النحاتين أحدهم تلوه الآخر - عبر الزمن - لوضع اللمسة (الأخيرة) عليه، ولكن اللمسة الأخيرة (الحقيقية) - إن وجدت أصلاً - فستكون بعيدة جداً عن مرمى الجميع!! وفوق كل ما ذُكر فإن خير ما في الجاذبية هي بساطتها!! تلك البساطة التي تضفي الجمال و (الجاذبية) عليها. وأخيراً تأتي (هبة) القانون المتمثلة بشموليته. فقانون الجاذبية - أو هل أقول الجاذبية نفسها - شاملة متغلغلة ممتدة ولمسافات هائلة شاسعة لا يمكننا إدراكها)).

يجزم الفيزيائي النظري (ميشيو كاكو - Michio Kaku) بأن القوانين الفيزيائية والتي تحتوي في داخلها على مبادئ الكون الأساسية، لابد وأن تكون شديدة الإحكام أو هذا على الأقل ما حاول إيصاله من خلال رواياته ذاتعة الصيت مثل (الأكون الموازية - Parallel Universes) و (المصفوفة - Matrix) و (الذكاء الخارق - Superintelligence)، ويضيف قائلاً: أعمل جاهداً في حياتي المهنية على تطوير ما أسميه (نظرية الأوتار الفائقة - Super String Theory) والتي تسمى الآن بـ (نظرية م - M - theory) ومختصر فكرتها هو أملي في التوصل إلى معادلة - قد لا يتجاوز طولها الإنج الواحد - والتي ستختصر لنا تصرف الكون بأكمله!! أما (اينشتين) فقد كان له رأي في (كاكو) فكان يقول (لقد اتخذ زميلنا الشجاعة مفتاحاً لوصف الحقيقة، واعتقد أن الشجاعة ممكنة في كل شيء!!)، وأضاف - متقدماً خطوة بأفكاره عن (كاكو) - حين أوضح بأن اليوم الذي ستمكن فيه من رص كافة نظريات الفيزياء وقوانينها في صف واحد لابد أن بغض النظر عن صعوبة أو سهولة



الرياضيات المستخدمة آنذاك. ولقد كتب في ذات مرة قائلاً: «لابد لكافة نظريات الفيزياء (وبغض النظر عن درجة صعوبة الرياضيات المستخدمة في التعبير عنها) أن تستسلم لنا يوماً ما وبطريقة سلسلة سهلة لا تتعدى مدارك طفل يافع لفهمها»... ولقد نسج الفيزيائي الأمريكي (ليون لدرمان - Leon Lederman) على ذات المنوال ذات مرة حين قال: (أنا لا أستبعد مطلقاً خطأ الفكرة الأساسية لبناء فيزياء الكون وقوانينها إن هي عجزت على كتابة نفسها بوضوح وأناقة على صدرية ملونة زاهية صغيرة<sup>(1)</sup> يترديها طفل!).

ولقد أفصح عن طموحه برغبته (بالعيش حتى يرى عملاق الفيزياء بكامله وبكل ما دجج نفسه من معادلات وقوانين وبكل ما سلح نفسه من رياضيات معقدة عصية، وقد اختزل إلى معادلة رشيقة بسيطة يمكن كتابتها بسهولة على صدر جميل لثوب<sup>(2)</sup>).

كتب (ماكس تكمارك - Max Tegmark) أستاذ الفيزياء في معهد (ماسا شوست) للتكنولوجيا (MIT) يقول: (لا أستبعد إمكانية أنك في عام (2056) من شراء قميص وقد طُبعت عليه المعادلات التي تمثل كافة القوانين الموحدة للفيزياء التي تحكم كوننا والتي يمكن اشتقاق كل القوانين منها).

أما عالم الفيزياء النووي النيوزيلاندي [أرنست رذرفورد Ernest Rutherford (1871-1937)] فقد لخص وبراعة فائقة العديد من تلك الحواطر حين قال: (لا فائدة في أي جزء من الفيزياء التي أنهكتنا لو لم تكن قابلة للتفسير والإدراك والفهم من قبل عامل مقهى!!).

(1) في أصل النص - T-shirt. (المترجم) تي - شيرت.

(2) في أصل النص - barmaid apron. (المترجم) نادلة ماخور.

## ما هي الحقيقة حقاً؟!

ها قد أتوا مرة أخرى، العديد العديد منهم وبكثرة ولكنني هذه المرة ثابت في مكاني ولم أتقهقر قيد أنملة، ابتسمت وأبقيت عيني مغمضتين. بإمكانكم المجيء، بإمكانكم الهجوم، ولكنكم لن ترحز حوني عن مكاني ولن تفرعونني من نومي، نعم وبشجاعة أقولها وأنا أقف أمامكم، بإمكانكم الرثوب والإغارة عليّ كلكم وجميع من ورائكم بكثرتكم الكاثرة التي لا عدد لها ليحصى ولا منبغ لها ليمحى، لن ترعبوني، فقد أتيتم من الأصقاع التي لا أرقام فيها.

رايس

Anne Rice, Christ the Lord

من كتاب عيسى المسيح (عليه السلام)<sup>(1)</sup>

غالباً ما نسمع ونقرأ بأن القوانين العلمية تصف وتوضح الحقيقة! ولكن دعنا نتساءل أولاً ما هي الحقيقة حقاً؟! هناك العديد من مدارس الفكر التي أسسها العلماء والمفكرون وفلاسفة العلم مثل الواقعية (Realism) والوسائطية (Instrumentalism) والنسبية (Relativism)، وجميعهن ينظرن إلى الحقيقة من منطلقات مختلفة وبزوايا متباينة، فتؤمن المدرسة الواقعية بأن الحقيقة كائنة بغض النظر عن وجودنا من عدمه، توصلنا إليها أو إلى جزء منها بأفكارنا واجتهادنا أم لم نتوصل ولكنها على أية حال قابلة للإدراك والقياس والاكتشاف باستخدام العلم وأدواته، وتلك هي الحقيقة التي نعبّر عنها بالمعادلات والقوانين التي بين أيدينا والتي سنكتشفها لاحقاً. أما المدرسة الوسائطية فقد كتب (جون كاستي - John Casti)، واصفاً إياها بالمتشعبة بالاعتقاد القائل بعدم صحة القوانين والنظريات وبعدم خطئها... ولكنها تُحدد وظيفتها بكونها جميعاً عبارة عن وسائل وأدوات حساب

(1) في أصل النص: Christ the Lord. (الترجم).



للتنبؤ بنتائج القياسات والمشاهدات المختلفة. وتذهب المدرسة (النسبية) إلى الإعلان بأن الواقع لا يعني أبدا علاقة ثابتة بين النظرية وبين أي حقيقة مستقلة، وإنما لابد أن يتغير نسبة للمشاهد ولهذا لابد له أن يتغير ويتبدل من وقت لآخر.

لقد ذكر مؤرخ العلوم الأمريكي [توماس كوهن (1922-1996) Thomas Kuhn] في كتابه المنشور عام (1962) بعنوان (الثورات العلمية ومكنوناتها)؛ بأن العلماء قد فشلوا - حقيقة وواقعا - بالتقرب من الحقيقة العلمية رغم اطراد استخدامهم واكتشافهم للمزيد من القوانين، هذا مما يفضي إلى الاستنتاج بأننا حقا عاجزون عن قياس مقدار تقدمنا العلمي بواسطة قياسنا للدرجة التي يبدو لنا العلم قد تقدم بها وكأنه يتقرب من الحقيقة. ويؤكد (كوهن) على حقيقة أن العلماء باستمرار دراستهم وتفكيرهم بالكون من حولهم ويتكديسهم للحقائق والملاحظات عنه مع الزمن، فهم بالحقيقة يتعلمون ويلاحظون كونا مختلفا في كل مرة يخطون فيها خطوة إلى الأمام في فهمهم له وإطلاعهم على مكنوناته.

نادى هاوكنج (Hawking) بوجهة نظر تجاه دراسة الكون مشابهة لأتباع المدرسة (الوسائطية) فقد ذكر في كتابيه (الثقوب السوداء) والأكوان الفتية) و (طبيعة الفضاء والزمن) الذي شاركه في تأليفه (روجر بنروز - Roger Penrose) يقول:

((أنا لا أطالب أبدا أن تكون النظرية أو القانون مطابقين للحقيقة، لأنني ببساطة لا أعرف على وجه التحديد ما هي (الحقيقة) بالضبط!! إني من التمسكين بالجانب الإيجابي المتفائل بأن ليس على أي منهما أن يتجاوز كونه (نموذجا رياضيا) ولذلك لا معنى لدي للسؤال فيما إذا كان أي منهما مطابقا أو حتى ممثلا للحقيقة. كل ما نطلبه ونأمله فعلا أن يكونا دقيقين في توقعاتهما وتنبؤاتهما التي لابد لها أن تكون موافقة للملاحظات العملية، فكل ما يهمني، قبل وبعد كل شيء هو أن تتمكن النظرية ويستطيع القانون أن يتنبأ بنتائج قياساتنا)).

يعبر الفيزيائي (فكتور ج ستنجر - Victor J. Stenger) عن آراء مشابهة في مقاله المنشور تحت عنوان: (النشوء الطبيعي للكون ؛ سيناريو محتمل) جاء فيه:

((دعونا نتساءل عما يفعله العلم حقا حين يُفسّر ظاهرة ما؟ ولنجيب على ذلك من وجهة النظر العلمية الفيزيائية على الأقل: بادئ ذي بدء يتم استنباط وبناء نموذج رياضي ليصف ويجمع تحت ظله كافة المعطيات والمعلومات الخاصة والمصاحبة لتلك الظاهرة، ثم على هذا النموذج أن يثبت كفاءته في صف المعلومات باتساق عام يطابقها مع بعضها، ثم عليه أن يجتاز عددا لا يستهان به من اختبارات التحدي المصممة لإسقاطه (وقد تنجح إحداها بذلك فعلا)، كما عليه أن لا يتناقض ولا يغير كيان العلم المعترف به. فإذا استطاع أن يجتاز كل هذا العناء وكل هذه العقبات، يمكن أن يُنوج حينئذ كمفسر ناجح لتلك الظاهرة...)).

ويعمضي (ستنجر) في تصويره حول علاقة النماذج الرياضية فيقول:

لعل أي نقاش زائد عما سبق ذكره بخصوص محتوى النموذج الرياضي من (المصادقية) أو خزينته من (الحقيقة النهائية) يُعتبر ضربا من (ما فوق الطبيعة) بدلا أن يكون معبرا عن الطبيعة ذاتها متمثلة بعلم الفيزياء، ذلك لأنه لا يوجد لدى العلماء ما يقولوه بعيدا عن استنادهم على المعطيات. وماذا بعد ذلك؟ ببساطة أجيب - لا شيء! - فلا حاجة لنا لأي شيء آخر بعد التطبيق العملي لأي نموذج رياضي أو قانون!! خذ على سبيل المثال الاستفسار التالي: أيهمك فعلا أن تعرف حقيقة (وجود) الحقول المغناطيسية من عدمه إن كان ذلك لا يؤثر عليك ولا يمنعك من الاستفادة الفعلية منها واستخدامها نظريا وتجريبا وعمليا وتطبيقيا؟...



## أسلوب ترتيب الكتاب والغرض منه

لقد نصحتهم وأخلصت لهم النصيحة بأنهم لو تمكنوا من إغراق أنفسهم في الرياضيات ودراسها، لكانت لهم أحب متعةٍ وخير بلسم شافٍ من كل هموم الجسد وعقله.

مان

Thomas Mann , The Magic Mountain

مقتطف من كتابه ( الجبل السحري ) .

لقد قسمت مُدخلات القوانين في هذا الكتاب إلى قسمين يحتوي الأول على مقدمة موجزة للقانون المعني مع المعادلة الرياضية التي تمثلها، ويضم الثاني ملخصاً لسيرة حياة مبدعه. كما وضعتُ مختصراً منمنماً (للفصولين فقط) قصدت به إطلاع المهتمين بما صاحب أو زامن هذا القانون أو ذاك من طرائف الحوادث ونكات الأخبار.

لقد أضفت بعض الأحداث التاريخية [في مدخل (من أحداث عام الاكتشاف)] التي صاحبت اكتشاف القوانين المبحوثة وسلطت الضوء عليها، كما وشحت كل مدخل منها بقسم عنوانته بـ (أفكار فلسفية وآراء للمناقشة) قصدت من ورائه إثارة الأفكار وبعث التعليقات وقدح الأذهان بما له علاقة بها وبالحقائق الرياضية التي تكتنزها، كما وإنني قد وضعت بعض التمارين الرياضية المبسطة وقمت بحل بعض المسائل قاصداً من وراء ذلك مساعدة القارئ على تعميق فهمه لتطبيقات القانون المعني، وأخيراً فقد ذيلت كل مدخل بقائمة من المصادر - حرصت كمترجم بأن أدرجها جميعاً بلغتها الأصلية تعميماً وتعميقاً للفائدة - والتي رمتها أن تضم العديد من القوانين المهمة الأخرى والمعادلات والأشخاص ذوي العلاقة.

لقد حرصت أن يكون المقصد والهدف من وراء كتابة (منارات العلم والمعرفة: من أرخميدس إلى هاوكينج) أن أوفر مرشداً مختصراً يسلط الضوء على العديد من المفكرين وعلى بنات أفكارهم ومتوجهاً به إلى شريحة واسعة من محبي المعرفة والثقافة من غير المختصين كي يمكنهم من الاطلاع على ضالتهم وفهمها خلال دقائق معدودة. ستلاحظ أن هناك معادلة مصاحبة

واحدة (أو أكثر) لأغلب القوانين المذكورة؛ لا عليك عزيزي القارئ ولا تبذل جهداً في سبر غورها (إن ضقت ذرعاً بها) فلقد كُتب الكتاب لتستطيع أن تلتقط جوهر المقصود من كل القوانين وتفهمها جميعاً كاملاً الفهم دون الالتفات لأي منها. لقد كان غرضي من وراء وضعها هو إعطاء الفكرة المكثفة لماهية كل منها. ولا يشك أحد بأهمية قوانين هذا الكتاب ومركزيتها في كامل كيان المعرفة البشرية إن سابقاً أم لاحقاً، ولكنني حرصت فيه على المرور على الأساسي منها فقط، وتلك التي لها علاقة بتفسير تصرف الكون وتشكيل العلوم الحديثة. لاشك أن إدراك تفاصيل أي قانون مذكور في هذا الكتاب وحتى فهم المعقد منها قد يتطلب الحصول على (الدكتوراه!) في حقل الاختصاص، إلا أنني قد حرصت كل الحرص على أن أوصل ما يفي بغرض الاطلاع على أي منها برشاقة وسلاسة واختصار لا يتعدى صفحات معدودات، وبذلك أكون قد اختصرت الكتاب وحققت الهدف من تأليفه دون الحاجة إلى تفصيل يتطلب طبعه بأجزاء عدة.

لقد اخترت قوانين الكتاب والمعادلات المصاحبة لها بعد التشاور والنقاش والاتفاق مع جمهرة من الزملاء العلماء الأعزاء - ولا أدعي ضمي لكافة القوانين العلمية المسماة بأسماء مكتشفينها بين دفتي سفري هذا ولكن ما ضمه فعلاً، يشكل (في اعتقادي على الأقل) الغالبية العظمى منها والتي شكلت بالفعل نقلاً تاريخياً مهماً وتأثيراً عملياً ملموساً على العلم والفكر البشري ككل. ومن الجدير بالتنويه بأن ما اصطفيته وما أدخلته في متن هذا الكتاب من (قوانين الطبيعة) عنيت بها تلك التي بُنيت على المشاهدات الفيزيائية والمختصة بهذا العلم وبالعالم فقط، وبناء عليه ولغرض الاحتفاظ بالحجم المعقول للكتاب فقد أحجمت عن ذكر ومناقشة كافة قوانين الاقتصاد والعلوم النفسية والبيولوجية وعلوم الأرض والرياضيات الصرفة، كما أنني لم أتطرق إلى أي من قوانين الحاسوب وتقنياته الرقمية من أمثال قانون مور (Moore)<sup>(1)</sup> وأمدال

(1) قانون مور (Moore's Law): مصطلح سُك في عام 1970 وينص على تضاعف عدد الترانزسترات الممكن إضافتها إلى الدوائر التكاملية كل سنتين دون زيادة في سعرها أو بعبارة أخرى: انخفاض سعر الدوائر التكاملية 50% كل سنتين. (الترجم).



(Amdahl)<sup>(1)</sup> و كوستافسون (Gustafson)<sup>(2)</sup> وكثير غيرهم.

وافق (لورنس كراوس - Lawrence Krauss) على اختياري للجل الأعظم من قوانين هذا الكتاب من حقل الفيزياء لأن ذلك يؤيد بعض الآراء التي سبق أن ناقشها آنفا في كتابه الممتع (الخوف من الفيزياء) وخصوصا ما ذكره في فصل (ما هي الحقيقة حقاً؟) عن قابلية الفيزيائيين الفائقة والتميزة على متابعة حقائق وظواهر غاية في التعقيد وهم متسلحين بحفنة من الأفكار المبدئية والقوانين، فقد كتب يقول:

((يعود فضل الفيزيائيين على غيرهم من العلماء إلى حقيقة جليلة ناصعة ألا وهي أن أي ظاهرة قد يتوصل إلى وصفها أحد الفيزيائيين ويتمكن من اختصارها في قانون رياضي، لا بد وأن تكون متوفرة وسهلة المنال لأي فيزيائي آخر في العالم من خلال مفاهيم ورموز رياضية مشتركة لا يمكن أن نصفها بالكثرة ولا بالمعقدة. لا يوجد على الأرض أي كيان متابع لأي فرع من فروع المعرفة البشرية يضاهي الفيزياء لا في تفاصيلها ولا في بساطة فهمها وحصرها لقوانينها رياضياً)).

أود الإشارة هنا أيضاً إلى العديد من الكتب الممتازة التي صنفت قوانين العلوم؛ منها كتاب (تريفل؛ طبيعة العلم - Trefil's The Nature of Science) وكتاب (جنيفر بوثاملي؛ معجم النظريات - Jennifer Bothamley's Dictionary of Theories) وكتاب (روبرت كرب؛ القوانين العلمية والمبادئ والنظريات - Principles and Theories - Robert Kreb's Scientific Laws).

إن أهم ما امتازت به هذه الكتب هو شمولها على قوانين أخرى كثيرة ولم تقتصر على تلك

(1) قانون امدال (Amdahl's Law): وسمي باسم مصمم الحاسبات (جين امدال Gene Amdahl) ويستعمل لحساب أعلى كفاءة متوقعة من نظام إلكتروني معين عند تطوير أحد أجزائه فقط. (المترجم).

(2) قانون كوستافسون (Gustafson's Law) - وينسب إلى واضعه رجل الأعمال وعالم الحواسيب الأمريكي [جون ل. كوستافسون] (ولد في 19 كانون ثان من عام 1955) وينص على أن كافة المسائل التي يمكن حلها بواسطة (الحساب الموازي Parallel Computing) هي بالأصل مسائل مستقاة من العالم الحقيقي بحيث يمكن (انتاجها مسبقاً) ليتمكن تحليلها بذلك الحساب. وعليه لا حدود لحجوم ومقدار تعقيد المسائل الممكن حلها خلال (الزمن الحقيقي) لاشتغال أي منظومة حواسيب ما دام بإمكاننا إضافة المزيد من الحواسيب إلى أصل تلك المنظومة. يعارض هذا القانون (رياضياً) قانون (امدال) السابق. (المترجم).

المقرونة باسم هذا العالم أو ذاك، ولذلك كان عليها أن تكون شديدة الاختصار في الشرح وذلك تلافياً لتضخيمها غير المبرر، ولك أن تأخذ كتاب (بوئاملي) الذي لم يخصص لأي قانون أو مبدأ ذكره أكثر من جملتين أو ثلاث فاعتُبر لذلك معجماً ملخصاً، أما كتابي هذا فقد حرصت على جعله بحجم متوسط مناسب، وسعيت إلى ذكر بعض التفاصيل عند سردي للقوانين وسيرة حياة واضعيها فأمكن بذلك تمييزه عما سبقه من ملخصات.

يعكس كتاب (من أرخميدس إلى هاوكنج) شذرات محددة من قابلياتي الذهنية وذكائي، فرغم حرصي المستمر على الاستزادة من المعرفة والاطلاع على أكبر عدد ممكن من حقول العلم والغور فيها إلا أنني لأظلم نفسي إذا ما ادّعتُ بلوغي الكمال والفصاحة في كلها جميعاً، وبناء على ذلك علي أن أؤكد بأن ما يعكسه هذا الكتاب لا يتعدى اهتمامي الشخصي، جامعاً بين دفتيه كل مميزاتي ومثالي<sup>(1)</sup>. لقد تحملت مسؤولية اختيار القوانين المدرجة فيه وبذلك أكون مسؤولاً عن كافة الأغلاط والهفوات التي وردت فيه أو تسببت عنه. لم أقصد أبداً من وراء تأليفي لهذا الكتاب أن يكون أطروحة متكاملة جامعة لكل شيء، موجهة للمختصين وحملة العقول النيرة والشهادات العالية، بل بالعكس كان هدفي هو جعله أقصوصة علمية مسلية ومختصرة موجهة إلى الطلاب والمبتدئين والمهتمين بالعلوم وألوانها. وإلى رجل الشارع إذا ما رغب في توسيع مداركه حسب ما يسمح به وقته واهتماماته، فضلاً عن مشاغله وهمومه.

قد يلاحظ الكثيرون اختلاف المساحات المخصصة لمختلف القوانين، كما قد يلاحظ آخرون قصرها في كثير من الأحيان وعذري في ذلك شحة المصادر والمعلومات عن بعض المبدعين والمكتشفين ليس إلا، وفي هذا المجال أجدني أتقدم بطلبي والتماسي لقرائي الأعزاء لإثرائني بملاحظاتهم وآرائهم بغية التطوير والاستمرار، فإني لا أعتبر هذا الكتاب عملاً قد تم وإنما قصة حب طويلة لم تكتمل فصولها بعد.

(1) يتحسّل (الترجم) كذلك تبعات كل ما أخفي في حسن إيصاله إلى القارئ العزيز، كما ويحتفظ بسعادة إطلاع كافة أحيانه وأصلقائه القدماء والجدد بما قدمه من جهد في ترجمة ووضع هذا الكتاب بين أيديهم.



عمدت إلى اتباع التسلسل الزمني التاريخي لإدراج القوانين والأحداث وفقاً لسنة اكتشافها إلا أنه قد يحدث وأن تذكر المصادر اختلافاً في ذلك إذا ما اعتمد بعضها على ذكر تاريخ الاكتشاف، في حين أثر آخرون الاستثناس بذكر تاريخ النشر واعتماده كتاريخ للاكتشاف؛ علماً بأن الفارق بينهما قد يمتد إلى سنة أو أكثر أحياناً. وعمدت في هذا الكتاب أيضاً إلى ذكر تاريخ نشر القانون المعين كلما أخفقت في التوصل إلى، أو لم أكن متأكداً من تاريخ الاكتشاف الفعلي السابق لذلك. ولكن قد لا ينطبق ما سبق على عظماء مثل (نيوتن) والذي كانت له حالة خاصة وجب لها التنويه، فقد فصلت بين اكتشافه لقوانينه ونشرها سنون عديدة.

يذكر لنا التاريخ أن (نيوتن) كان قد ادعى اكتشافه لقانونه الشهير الخاص بتحليل اللون للضوء ولقانونه في التربيع العكسي للجذب العام في العام (1664) وهو العام الذي صادف وأن انتشر مرض الطاعون في بريطانيا الأمر الذي أوجب غلق الجامعات ومنها جامعته وعزله مع الكثيرين غيره في بيوتهم. وبالتمحيص الدقيق لتحليل الحوادث نجده قد بالغ قليلاً بذكر ذلك التاريخ بالنظر لميله الطبيعي حينئذ لتسجيل مكتشفاته في أوقات أبكر من تاريخ اكتشافها الحقيقي كلما سنحت الفرصة له بذلك!! والحقيقة تدفعنا إلى التذكير بأن بعض آرائه في الميكانيك لم تكن قد تبلورت بعد وإلى حين الفترة بين عامي (1685-1687) عندما نجح فعلاً بتأليف ونشر كتابه العظيم (الأسس الرياضية لفلسفة الطبيعة - Philosophiae Naturalis Principia Mathematica) والذي غالباً ما يُذكر اليوم تحت اسم مختصر وهو (المبادئ - Principiae). وبناء على ذلك فقد ثبت تاريخ اكتشافه لبعض قوانينه في عام (1687) وهو عام نشر (المبادئ). وعلى كل حال وبالرغم من وجود شيء من التباين في ذكر وتثبيت تواريخ اكتشاف بعض القوانين في أدبيات تاريخ العلوم، فإني لا أخال القارئ قد أخطأ في تقديره بأن في ذكرى لقوانين هذا الكتاب قد قصدت إدراجها زمنياً حتى وإن كان تاريخ اكتشاف بعضها لا يزال يشوبه بعض الجدل والكثير من قلة الدقة.

وأخيراً لعلك لاحظت وتساءلت عن سبب اختفاء أي ذكر لأي قانون أو مبدأ سُمي بعد امرأة!، وإنك لعلی حق وأسوق إليك جملة الأسباب التي دفعته إلى ذلك، ومن بينها الانغلاق

التام وشبه استحالة حصول المرأة - وإلى حد أواسط القرن العشرين - على التعليم العالي في الغرب. هذا إذا تمكنت أصلاً من الحصول على التعليم الأولي والإعدادي فضلاً عن الجامعي. لقد دُفع بالكثير منهن واضطرن إلى اتخاذ المواقف المناوئة لعوائلهن وأزواجهن إذا ما هن أصررن على التعلّم والتحصيل العلمي. فلقد أُجبر بعضهن على إخفاء شخصياتهن والعمل تحت أسماء مستعارة أو محاولة التعلّم تحت ظروف مروّعة من القهر والمضادة تصل إلى حد الاضطراب إلى الانعزال اجتماعياً. أدت كل هذه الأسباب وغيرها إلى غياب الأسماء النسوية عن مداخل الكتاب كمشاركات ومبدعات في وضع القوانين أو في ابتكار الرياضيات.

وفي الختام لي أن أقول بأني قد ذكرت وفي أواخر الكتاب وفي فصلي (القول الفصل في رشاقة الرياضيات...) و (المتنافسون العظام) عدداً إضافياً من القوانين والمعادلات المسماة بأسماء أصحابها ومكتشفها. لقد قصدت من وراء تينك الفصلين الأخيرين إذكاء ملكة التفكير وتشجيع حب التساؤل، فقصدت إثارة القراء للتفكير والبحث. وبعد الانتهاء من قراءة الكتاب أرجو من قرائي التفضل بإبلاغي عن أي قانون قد أغفل وهو يستحق الإدراج ضمن مداخل الكتاب الرئيسية، وأرجو منهم طرح الأسئلة ومساعدتي على الإجابة عليها مثل: استحق معادلات كمعادلة شرودينجر (Shrodinger) و مكسويل (Maxwell) و  $(E = mc^2)$  أن تُنعت بالقوانين وأن تُدخل في قسم الكتاب الرئيسي بدل أن تُدرج في ذيله؟ أنا بالانتظار، بل وأرحب بأي ملاحظات وانتقادات من السادة القراء من أجل متابعة تنقيح هذا الكتاب والذي كان قد صُمم لتسليط الضوء على أمهات المعادلات في دنيا العلوم دائمة التغيير ومتابعة تطورها الذي لا يعرف الهوادة.



## توزيع مبدعي القوانين عبر الزمن

لقد أبدع (اينشتاين) علاقته الأساسية البارة الخاصة بغوامض المادة والطاقة ودواخلهما من نظرة فلسفية ملهمة للطبيعة والكون، وليس من التحليل العقلاني لمعلومات استُنبطت من الملاحظة. كثيراً ما يتأخر التحليل العقلاني والتوقع العلمي والتجريب المختبري عن سبق الفرضية الخلاقة المبدعة وغالباً ما يأتي بعدها.

ديفز

R. H. Davis, Skeptical Inquirer

مقتطف من كتابه (المُشكك المتساؤل).

في نهاية المطاف وفي الحُتام لا بد لي من الاعتراف بحجتي الشخصية التي دفعتني للاهتمام بقوانين الفيزياء ودراستها وتبجيلها، والتي (وأظنها تتناغم مع مشاعر ورغبات الكثيرين من القراء والمطلعين) تعود إلى الشعور بالخيلاء والنصر وبالإحساس بالأمان والاطمئنان الذي قد يترقى إلى الشعور بأننا قاب قوسين أو أدنى من امتلاك ناصية قدرنا والتنبؤ بمستقبلنا! . تتعرض حياتنا يومياً إلى العديد الحجم من التحديات والمخاطر والتي نقف عاجزين مكتوفي الأيدي حيالها؛ قد يترأى في الأفق البعيد حلٌّ غائم لهذه المعضلة أو إجابة شائكة لتلك المشكلة، ولكن كثر ما يسقط بأيدينا فلا نملك للكثير من مشاكلنا وكوارثنا ومآسينا حلولاً. ولعل خير ما يميز عمل الباحث في طريقه لاكتشاف قانون أو تهيؤ لاكتشاف مبدأ أو لوضع فرضية، هو الشعور العارم بإدراك الغاية والتوشع بالفخر، هذا خلافاً عن سائر الأعمال والواجبات التي نقوم بها يومياً وخلال حياتنا مهما تفانينا في أدائها ومهما ضحينا لبلوغ الكمال فيها. إن في اكتشاف قوانين الطبيعة وصياغتها الصياغة الرياضية الصحيحة لنشوة تشابه نشوة الاكتشاف والاطلاع على المجهول وروح المغامرة، أضف إلى ذلك متعة التخيل بأنك استطعت أن تحيط جزءاً من أطراف الكون المتنامي القاهر من حولك بهالة منك ويقبس من ذهنك ومن ثم تلفه بغلاف زاه موشح بجميل الأشرطة الملونة الزاهية المتلاعبة مصدره فكرك، وياليت أن يمن كل

قرن جديد علينا بالجديد الأصيل من قوانين الكون الجميل!!

يوضح الجدول رقم (1) أدناه التوزيع الزمني لاكتشاف أمهات القوانين المذكورة في متن هذا الكتاب. ليس من الصعب على الملاحظ إدراك العدد إلهام منها والمُكتشف حصريا خلال القرن التاسع عشر (1800s)، وإدراك الهيوط العددي للمبادئ الفيزيائية المكتشفة خلال وما بعد القرن العشرين (1900s):

جدول رقم (1):

الحقبة الزمنية وعدد ونسبة القوانين المكتشفة خلال كل منها.	
الحقبة الزمنية	عدد ونسبة القوانين المكتشفة
250 ق.م - 1700 م	10 (20%)
1700 - 1800	06 (12%)
1801 - 1900	30 (60%)
1901 - 2000	04 (08%)

أقترح عليك - عزيزي القارئ - الاستئناس بالقائمة الأكبر من القوانين العلمية الإضافية المذكورة في مدخل (المتنافسون العظام).

لقد كان الركون إلى، والاستئناس بالتجارب وتطابق نتائجها هو ما يثلج قلوب العلماء ويطمئنهم إلى صحة هذا القانون أو ذاك. ولكن ديدنهم ذاك سرعان ما جابه تحديات خطيرة ومطبات مقلقة حينما حاول الولوج إلى ممالك عديدة جديدة في عالم الفيزياء الحديثة من أمثال ميكانيكا الكم ونظرية الجسيمات مادون الذرية، والنسبية. لا يشك أحد بتنامي قدرات العلماء على تصميم وإنجاز العديد من التجارب المعقدة الخاصة بالعديد من الظواهر لفحص مختلف القوانين، إلا أن ما يستحق الذكر هنا هو تضخم المتطلبات المالية والضغط التقني لإجراء التجارب الحديثة مقارنة بمثيلاتها في سالف العصور والأزمان.

وكاستدراك بسيط مهم أجد نفسي ملزما لذكره هنا، هو أي قد عمدت عند وضع الجدول رقم (1) إلى جمع اثنين أو أكثر من القوانين المتشابهة وإدراجها كرقم واحد حين أدركت الشبه البين والتقارب الكبير بينها، فمثلا تجدني قد وضعت كلي قانوني كرشوف (Kirchhoff)



للدوائر الكهربائية (Kirchhoff's electrical circuit Law) كقانون واحد، وأدرجت قانون إشعاع بلانك (Plank's Law of Radiation) كمثل لكافة القوانين المشابهة ذوات العلاقة بقوانين إشعاع الأجسام السوداء والتي اكتُشفت في حُقبته.

يُظهر الفصل المعنون (مسك الختام: القول الفصل في جمال الرياضيات ورشاقها وفضلها على سائر العلوم) ملاحظات وتفاصيل أخرى لتفسير ظاهرة أفول تسمية القوانين باسم مكتشفها بحلول القرن العشرين واعتبار ازدياد تمحور العلم الحديث حول العديد من المعقد والمتظافر والمتنامي من المشاريع البحثية، أحد المسببات الرئيسية لتناميها. ذكر (بيتر ديزكس - Peter Dizikes) في كتابه الموسوم: (تباشير الشهرة: زبدة الاختلاف بين الماضي والحاضر) تعليقه على ظاهرة الأفول تلك فقال:

((ليس على العلماء والنوابغ اليوم النظر إلى الأفق من على اكتاف من سبقوهم من العظماء والعابرة ليمكنوا من صيد قانون أو اقتناص نظرية (كما سبق وأن جاء على لسان نيوتن)، ولكن عليهم البحث ورؤية (الممحي) بعد (تعدين) جبال كاملة من أوراق البحوث المشتركة التي تحتوي معلومات ونتائج خاضت غمار المصاعب في العديد من أعظم المختبرات ومراكز البحث في العالم ونجحت في تخطيطها جميعاً، حتى صارت تتسابق محمومة لتجد مكانها على صفحات الدوريات أو بين أروقة المنتديات أو لتكون خبراً عاجلاً على صفحات الشبكة العنكبوتية الافتراضية)).

لقد استطاع (جيمس كليك - James Gleick) لمس نقطة الصواب حين قال (لقد فاق امتداد وتوسع عالم المعرفة بفروعه المتعددة وتفاصيله المذهلة أي إمكانية لأي عبقر مبدع من النوع القديم!!).

ولوضع الجدول رقم (1) - آنف الذكر - في سياق الكتاب الزمني والعلمي، أتمنى على القارئ الحضيف أن يعود معي بذاكرته إلى الثورة العلمية الأولى التي حدثت في الفترة ما بين عامي (1543) و (1687) تقريباً. ففي عام (1543) تمكن (كوبرنيكوس) من نشر نظريته حول مركزية الشمس لحركة الكواكب، وتمكن (كبلر) في ما بين عامي (1609-1618) من

إكمال قوانينه الثلاثة التي تصف مسارات الكواكب حول الشمس، وفي عام (1687) تمكن (نيوتن) من نشر قوانينه الأساسية في الحركة والجاذبية.

كما أتمنى عليه أن يعود بذاكرته أيضاً إلى الثورة العلمية الثانية التي حصلت ما بين عامي (1850) و (1865) حينما تمكن العلماء من التحدث عن وتطوير مفاهيم متعددة جديدة في مجالي الطاقة والانتالبية (Entropy)، حينها بانث بواذر ازدهار الحقول المعرفية المعروفة بالديناميكا الحرارية والميكانيكا الإحصائية والنظرية الحركية للغازات. أما الثورة العلمية الثالثة فقد ظهرت طلائعها مع بزوغ فجر القرن العشرين والتي حملت معها نظرية الكم والنظريتين الخاصة والعامة في النسبية والتي جلبت معها مفاهيم جديدة أعمق ومعطيات أحدث وأثرى، أدت إلى قلب مفاهيمنا ليس عن الفيزياء وحسب وإنما عن الحقيقة ذاتها.

نمت وازدهرت مفاهيم ميكانيكا الكم بعد عام (1925)، فلقد ذكر الفيزيائي البريطاني (بول كوينسي - Paul Quincey) الذي يعمل في المختبرات الفيزيائية الوطنية للمملكة المتحدة بأن إمكانيات (نظرية ميكانيكا الكم) وتطبيقاتها قد فاقت قابليتها على وصف وتوقع وتفسير صفات الذرات بأفكار مجردة مثيرة فقط، وإنما تجاوزتها بكل شجاعة وحزم إلى طرق أبواب كانت مغلقة والإجابة على طلاس كانت تتركز على تفسير ظواهر معلومة وأسئلة قديمة من أمثال (لم لا تنهار الذرة وتنكمش على نفسها؟! ) و (لم على المواد الصلبة أن تظهر قاسية؟! ) و (كيف تتمكن الذرات من الاتحاد مع بعضها وتشكيل روائعها بل وعجائبها فيما يعرف بعلمي الكيمياء والأحياء?!).

ولكن نصر (الكم) المؤزر هذا لم يأت صافي البال من غير منغصات! فبمجرد خروجه من ذلك العالم المتناسك المبهر، رياضي التركيب، هندسي المنطق والتصرف ومحاولتك تفسير ما يحدث هناك، فسرعان ما سيصبح كلامك لغواً لا معنى له أبداً!! لقد أولجت الفيزياء نفسها أخيراً، وحشرتها في زاوية صعبة للغاية حين دخلت منطقة العلم (الإدراكي) عصي الفهم الذي لا يتماشى مع المنطق والسببية التي درج عليها الذهن البشري واعتادتها تفاسير الظواهر العلمية والطبيعية... فقد نبه (فينمن - Feynman) على صعوبة المرحلة حين



قال: (أعتقد أنني أقف اليوم على أرض صلبة تماماً حين أعلن - وأنا أعني ما أقول - بأن لا أحد قد استطاع فهم ميكانيكا الكم!)، كما كتب الفيزيائي الدنماركي الشهير [نيلز بور (Niels Bohr 1885-1962)] يقول: (لا وجود لشيء اسمه (عالم الكم)، كل ما بين يدينا وما نستطيع التعامل معه هو عالم من التفسير المجرد، هذا ويُخطئ كل من يظن أن من مسؤولية الفيزياء تفسير (كيف) خلقت الطبيعة، كل ما نستطيع عمله وإدراكه لا يتعدى وصفنا لها وما نستطيع أن نقوله عنها لا غير)، وأخيراً دعني أنقل لك ما أورده الفيزيائي النظري (جم الخليلي - ولد في سبتمبر 1962 - Jim Alkhalili) في كتابه: (الكم - مرشد الحيارى والتائهين) حيث قال: (حينما نتحدث عن عالم (الكم) الغريب ونسبر أغواره، سنجد أنفسنا في عالم لا يمت لعالمنا بصلة. في هذا العالم الغريب ستُطلق لنا حرية اختيار واحد من جملة تفاسير مطروحة لما نراه ونراقبه كلها من الغرابة وصعوبة الإدراك بحيث تجعل قصص الخيال العلمي والفضاء وإصدار الكائنات الفضائية لأصواتها الغريبة قابلة الفهم وسهلة الإدراك إذا ما قورنت بها!!).

أعود لأستدرك - كي لا أترك قارئ العزيز في حيرة - بأنه رغم كل ما ذكر فإن الكيان والأساس الرياضي الذي تستند عليه (ميكانيكا الكم) لمن الدقة والتماسك مما يجعله قادراً - وبجدارة - على التنبؤ بكافة حالات وتصرفات الجسيمات الذرية وما دون الذرية بدقة لم يسبق لها مثيل؛ ساندته في ذلك التجارب الفلكية ودراسة الظواهر النادرة في الكون وصار عوناً للكثير من النظريات الحديثة (كنظرية الأوتار - String Theory) و (الكون المجسم - Holographic Theory) وما يحدث داخل وعلى مشارف (الثقوب السوداء - Black Holes) الأمر الذي دفع بفهمنا لأسرار الكون خطوة إلى الأمام وباعتدادنا بأنفسنا وإدراكنا لضآلتها في الوجود خطوات.

## أين عاش مكتشفو القوانين ومبدعوها؟

لقد أدى الضاعل الحضاري والتلاقح الفكري فيما بين البلدان الأوربية - خلال عصر النهضة - إلى إذكاء ملكة الإبداع وتوسيع طرق التفكير المعكرة وأساليب المراقبة المتطورة والتسجيل والعناية بدقة في رصد الظواهر الطبيعية. كما أدى إنشاء المراكز العلمية والأكاديميات المتخصصة والجامعات إلى دفع عجلة البحث والتقدم، لاسيما إنشاء أكاديمية لينسي (Accademia dei Lincei) والجمعية الملكية (Royal Society) وأكاديمية العلوم (Academie des Sciences) في كل من إيطاليا وبريطانيا وفرنسا على التوالي مما أنعش العلم وشق له فجراً جديداً هناك.

أياكارينو

Maurizio Iaccarino, (Science and Culture).

مقتطف من كتابه (العلم والحضارة).

بإمكاننا تصنيف قوانين هذا الكتاب حسب مسقط رأس كل مكتشف ومبدع وبلده مثل ما ترى في الجدول رقم (2) أو حسب البلد الذي عاش فيه و/أو اكتسب جنسيته، وهنا تبرز مواقع الريادة في المساهمة في ابتكار أكبر عدد من القوانين المكتشفة، تحتلها كل من ألمانيا وفرنسا وبريطانيا على التوالي.

الجدول رقم (2):

توزيع القوانين على بلاد منشأها					
البلد	عدد القوانين	نسبتها المئوية	البلد	عدد القوانين	نسبتها المئوية
ألمانيا	14	31.11%	إيطاليا	1	2.22%
فرنسا	12	26.67%	سويسرا	1	2.22%
بريطانيا	10	22.22%	أمريكا	1	2.22%
أيرلندا	2	4.44%	هنكاري	1	2.22%
هولندا	2	4.44%	اليونان	1	2.22%

أما خصوصية أوروبا وقابلية إبداعها لهذا العدد الكبير من القوانين العلمية، فقد أسهب



مؤرخو العلوم في بيان أسبابها وتحليلها والتعليق عليها من أمثال (ريتشارد كوخ - Richerd Koch) و (كرس سمث - Chris Smith) مؤلفا كتاب (سقوط المنطق) والذي جاء فيه: - (يعود سبب التفوق الأوروبي في العلوم خلال القرون الثالث عشر وحتى الخامس عشر، إلى حقيقة اجتماع أعداد من المبدعين والمفكرين من أبنائها حين خطفت أوروبا صدارة التنوير في العلوم والتكنولوجيا، الأمر الذي احتاج منها إلى مئتي سنة تالية للنضوح والتبلور).

ثم انبرى إسحاق نيوتن في عام (1687) لتجسيد الفكرة القائلة بأن الكون العظيم الذي يلفنا لا بد وأن يُحكم وينقاد إلى عدد محسوب من القوانين الفيزيائية والميكانيكية والرياضية مسترشداً ومقتفياً منار العلم الذي أوقده قبله كل من (كوبر نيكوس) و (كبلر) وغيرهما. رسّخت هذه الفكرة الثقة العظيمة بأنه لا بد وأن ينقاد كل ما حولنا في الكون للمنطق، ولا بد أن تخضع كل مشاهدة للتفسير والسببية والتبرير على أسس واضحة مفهومة (علمية) كما لا بد وأن تجتمع كل الشذرات والأحداث والملاحظات لتصنع كلا متكاملاً معروف الأجزاء ثابت المواضيع وأن العلم، والعلم وحده هو القادر على تطوير كل شيء!!

شرعت أوروبا بكفكفة نوم القرون الوسطى عن عيونها وجاهد الكثير من أوائل رواد نهضتها آنذاك، حسب ما جاء به كتاب (كوخ وسمث)، على إعمال عقولهم ولملمة ملاحظاتهم حتى تمكنوا من ترسيخ الفكرة القائلة بأن كل ما لاحقهم من جهل وشعوذة وكل ما أحاط بهم من كهنوت وسحر وغموض لا بد وأن يجد طريقه إلى الانجلاء والزوال وتخضع طلاسمة للتفسير، فالإله الواحد الأحد (سبحانه) الذي خلق قوانين الكون - والتي بدأت بل وترسخت تباشيرها وإنجازاتها - لا بد وأنه قد جعلها قوانين منطقية ممكنة الفهم والإثبات رتيبة التطبيق والاستخدام طيبة للاختبار، شمولية التأثير متكاملة التأطير؛ فكتبوا يقولون: (هناك شرط أساسي وخطوة لا مناص عنها للإدراك الفعلي الكامل لكافة مناحي العلم والتمكن من فهم كامل قوانينه، ألا وهي صدق الإيمان واليقين بالله الواحد (الأحد سبحانه) الموجد لكل شيء والقاهر على خلقه، والذي بناه كله بما فيه من البشر والشجر والحجر على أساس منطقي راسخ لا زيف فيه). ولكنهما عابا على رجال دينهم تمسكهم

عناقضة أنفسهم بدفاعهم عن (المسيحية) في ذلك الوقت، كونها فتحت بصائر الناس إلى الإيمان بواسطة العلم وإنكارهم لمذاهب الديانات الأخرى (والتي - اعتقدوا أنها - لم تكن تملك الإسناد النظري لوجود خالق يتمتع بمطلق القوة والمنطق والجبروت) والتي تمسكت - حسب ظنهم هم وحدهم - بأن جوهر الكون وموجوداته ما هو إلا طلسم هائل وأحجية عظيمة ملوئها الأسرار التي لا قبل لبني البشر على فهمها ولا توقع مآلها فضلا عن السيطرة عليها أو التعامل معها!!

لقد تعمق الفيلسوف والمصلح الكاثوليكي الشهير [ توما الاقويني Thomas Aquinas (1225-1274) ]<sup>(1)</sup> بفلسفة القوانين التي تحكم الكون وتعمق بها إلى الدرجة التي قرر معها إصدار تصنيفه المعروف وتبويه الشامل لكافة قوانين الطبيعة ونواميس الكون، والذي خصص فيه قوانين خاصة مخصوصة للخلود وأسراره، وثانية للطبيعة ومكوناتها، وثالثة للإنسان وأفعاله وحتى آخر للشياطين وآربها!!.

آمن الجحيم الغفير من العلماء المسيحيين بإمكانية المنطق على حل المعضلات الدينية فقد ذكر (جان وجك - Jan Wojcik) - مؤلف كتاب (روبرت بويل وحدود المنطق) محاولات رواد القرنين السابع عشر والثامن عشر على التقريب بين الدين والمنطق والعلم واستعمال الآخرين لتفسير ومحاوله الإجابة على الأسئلة اللاهوتية الملحة والتي كانت المسيحية، (ولاتزال) تزخر بها وتتن منها. فرغم اعترافهم بعدم أهلية وقدرة المنطق وحده على إمطة اللثام عن كل خوافي المسيحية ولا عن تفسير كل غموضها، إلا أنهم حاولوا ونجحوا في اعتباره عاملا مضافا وفعالا، وطريقة مفيدة لمساعدة (المصدقين) في فهم تصرف ومحتوى ما تم اكتشافه من ظواهر وقوانين ولحد تلك الحقبة ؛ فكتب (وُجك) يقول: [ عندما يصل المؤمن المسيحي إلى إدراك حقيقة بعض الظواهر التي تحيط به لأن الله (عز وجل سبحانه) قد أنار

(1) Thomas Aquinas (1225-7 March 1274): راهب وفيلسوف وأستاذ ولاهوتي من أنباغ الكنيسة الرومانية الكاثوليكية في الدومينكان مركز البابوية المسيحية وسمي (الطبيب أنجليكس) و (بالدكتور كومينوس). أثر بفلسفته على الفكر الغربي على العموم حتى أن كثير من الفلسفة الأوروبية الحديثة لا تعدو اليوم موافقة آراه أو مناقضتها. (الترجم).



له بصيرته لإدراكها، فسيستطيع حينذاك تحليل تلك (الآيات) فلسفياً كمحاولة منه لإدراك كيف يمكن (للحقيقة) أن تكون (حقيقة) بالفعل. لقد ظهر بالتجربة إمكانية لعب (المنطق والسببية) دوراً مهماً في إقناع الملحدين بحقيقة المسيحية من خلال استعمالهما وبعقلانية لإثبات الإمكانية الفعلية المنطقية لوجود أو حدوث بعض غوامضها].

ولا يمكننا أن نظلم المسيحية هنا باعتبارها المحرك الوحيد والملهم الأبرز للكثير من مبدعي القوانين في أوروبا، فقد كان (نيوتن) على سبيل المثال متشرباً حتى النخاع (بعلوم الخيمياء)<sup>(1)</sup> ومغموراً... بل ومغرمًا مخموراً بالتفكير السحري، إضافة إلى اهتماماته الواسعة بقوانين الطبيعة وشغفه بالتجربة والتفسير المنطقي العقلاني للأحداث، وهنا يجب ألا يغيب عن بالنا ذكر الفترة الذهبية لازدهار العلوم والفنون والرياضيات خلال حقبة الخلافة العباسية في بغداد (750 ب.م) كما يتحتم أن لا نغفل التقدم الهائل والإرث العلمي العظيم الذي سعى علماء العرب والمسلمون على نشره في أوروبا ومدته إلى آسيا الوسطى، كما يجب أن نعرض على ذكر، ولا نغفل أهمية الحضارة اليونانية التي أنجبت الكثير من العلماء والفلاسفة والمفكرين من أمثال (أرسطو - Aristotle) و (فيثاغورس - Pythagoras) وصولاً إلى (أرخميدس - Archimedes).

كتب (مايوريو إكارينو - Maurizio Iaccarino)، وهو عالم مرموق في المعهد العالمي لبحوث الجينات والفيزياء الحيوية التابع للمجلس الوطني للبحوث في (نابلس - Naples)، إيطاليا في الدورية المعروفة باسم تقارير EMBO مقالاً جاء فيه:

((لقد ملك علماء العرب والمسلمون راية القيادة وتمكنوا من نواصي العلم خلال الفترة الممتدة

ما بين القرنين السابع والخامس عشر واستطاعوا الاستيلاء على الإرث العلمي اليوناني

والهندي والفارسي والبناء على آثارهم. لقد ساهم كل من العرب<sup>(2)</sup> والمسلمين والفرس

(1) راجع معنى الكلمة المفصل في مدخل (اسحاق نيوتن) في صفحة (210) من هذا الكتاب.

(2) إنه لمن دواعي الأسف أن لا يتضمن كتاب ضخيم ثر ككتاب د. بكوفر هذا - والذي نما له في قلبي ووجداني حب واحترام عظيمين جراء تقريبي منه وملازمة شخصيته وأفكاره والتي لا أنواني عن وصفه بالعقري كباقي رواد كتابه هذا - إلا ما مجموعه

والآسيويين والمسيحيين واليهود، وفي أثرهم الهنود والأترك على نقل الحضارة والعلوم والمعرفة الإسلامية إلى الغرب وبذلك مهدوا الطريق للنهضة الأوروبية ولثورتها العلمية)).

وختاماً لا بد وأن نسلط الضوء على الحقيقة المهمة الراسخة وهي أنه برغم الدور الإيجابي الفعال - للمسيحية - (كدين) في تقدم العلوم وبعثها للدفاع الحقيقي لمبدعي قوانين هذا الكتاب والتي كانت الحافز الأول لهم للإنجاز ما أبدعوه، إلا أنه كان للكنيسة المسيحية (كمؤسسة) الأثر الضار والفضال المدمر لهم والمثبط لعزائمهم في هذا المجال، فقد كتب (سام هارس - Sam Harris) وكله أسى وقنوط حول هذا الموضوع في كتابه (لغة الإقصاء) ما يلي:

((دعونا لا ننسى ما عاناه غاليليو - وهو أعظم علماء عصره - من ظلم وكمد وهو الذي أجبر على الجثي على ركبته - وهو الشيخ الجليل الطاعن في السن - طلباً للغفرة الكنيسة تحت طائلة التعذيب والموت، فلقد أُخضع للتخلي عما توصل إليه من أن الأرض هي التي تدور حول الشمس وليس العكس، وأجبر على التكفير عما اقترفه من فكر أراحها عن قدسيتها كمركز لا بديل عنه للكون. لقد وُضع تحت الإقامة الجبرية والحبس في داره لما تبقى له من حياته تحت الحراسة المشددة نتيجة كيد المؤتمرين من محبوبي رجال الدين. عاش (غاليليو) ومات في حقبة سوداء مظلمة مثله كممثل كل المبدعين والمفكرين الأوروبيين الذين خضعوا خلالها جميعاً لنير الكنيسة ونالوا بطش

67 كلمة في 8 أسطر ضمن 3 جمل حول فضل علماء وتوايف العرب والمسلمين في تقدم العلم واستفادة أوروبا في نهضتها مما أبدعوه من اكتشافات وقوانين حملت أسمائهم هم بعد أن أغفلوا حق مبدعيها قبلهم والذين سبقوهم بمئات السنين. نما شك حزني رياضيًا فأنمر أرقاماً هي.

عدد كلمات الكتاب	حظ ذكر العرب والمسلمين منها	نسبتها للمجممل
234384	67	0.02%
عدد أسطر الكتاب		
19532	08	0.04%
عدد جمل الكتاب		
7812.8+	03	0.03%

ولا أعيب عليه ذلك فكثيراً ما ضاعت حقوق لا مناد بها وسقطت حصون لا مدافع عنها (للترجم).



رجال دينها الذين لم يكونوا ليتوانوا عن حرقهم أحياء لمجرد وصمهم بالشك حول  
معتقدات الكنيسة بطبيعة الكون وجوهر النجوم. تلك هي نفسها الكنيسة التي لم تطلق  
نفسها من خطيئتها ولم تغسل يدها من غيائها وظلمها لوصم (غاليليو) بالهرطقة ولمدة  
(350) سنة حتى عام (1992)!

لقد هبت الكثير من الرياح في الآفاق، وسارت الغزير من الأمواه في الجداول حتى ازدهر  
الاقتصاد الأوروبي بُعيد عام (1000) بعد الميلاد، حين نمت وازدهرت العديد من المدن  
والدويلات الحرة والتي مهدت الطريق بدورها إلى ازدهار بعض الصناعات المتواضعة فيها  
ونمو شيء من العلوم المصاحبة لها.

## متى سيكتشف القانون الأخير في الكون؟!

النهاية... (طفل) يلهو بلعبة ما<sup>(1)</sup>.

هيراكليتس - Heraclitus (475- 353 B.C).

لقد بدأ الظلام بالتسلل إلى مفاصل الإيمان (الغربي). بمنطقية الوجود، لافاً إياه بردائه الأسود الكالحن حتى خبا نوره أو كاد، بعد أن أفل نجم الكون المنطقي المتناسك (البسيط) كما تصوره نيوتن في نظرياته وقوانينه، وسار في طريقه إلى الإهمال فاسحا الطريق واسعا أمام نظريات الفيزياء الحديثة والتي سطع نورها وعلا صوتها بالمناداة بوهن قوي العلم وعبيثته وعدم جدية قدرته على فهم ما حوله من ظواهر فضلا على إفهامنا إياها، وما ينبجر عن ذلك بالتأكيد من عدم حتمية الوجود وبإطلاق الشك من عقاله وتفعيل تغلغله في كل دقائقه. لقد كان في ظهور نظرية الكم (Quautum Theory) أهمية كبيرة وسبب وجيه (ضمن أسباب أخرى) منعت أو على الأقل أجّلت بشكل فعال إسناد أسماء الكثير من القوانين التي تم اكتشافها في القرن العشرين إلى أسماء مكتشفها أسوة بما كان عليه الحال في القرنين اللذين سبقاه. ومن بين الأسباب الكثيرة التي أدت إلى ذلك زيادة صعوبة استنباط وتصميم وتفعيل الكثير من التجارب العلمية اللازمة لدعم وجود وصحة العديد من الجديد منها. وقد أكد الفيزيائي (ستيفن وينبرك - Stephen Weinberg) الحائز على جائزة نوبل، في اجتماع عام أمام المجمع العلمي الملكي هذا التحدي حينما صرح باستحالة إمكانية العلم والعلماء على تصميم أي تجربة علمية لإثبات ظاهرة الجاذبية الكمية (Quautum Gravity)<sup>(2)</sup> فضلا عن تطبيقها! ولأوضح ذلك علي الاعتراف بأن الفيزياء

(1) الداما - Dama - في أصل النص. checkers (المترجم).

(2) Quautum Gravity: هو حقل الفيزياء النظرية المنوط إليه مهمة دمج (ميكانيكا الكم) مع (النسبية العامة) بصورة منطقية رياضية قابلة للصدور نظريا وعمليا. أي عليها يقع عبء إيجاد القاسم المشترك للتوحيد بينهما. وتنتجلى صعوبة ذلك ضرورة تصميم وتنفيذ تجربة بين قيمتين تفصل بينهما 53 وحدة أسية. (المترجم).



في تقدمها المطرد ستجد (إن لم تكن قد وجدت نفسها فعلا الآن) سائرة إلى حقبة سيصبح من الصعب جدا فيها الإجابة على استئلتها الجوهرية بتجارب ملموسة، الأمر الذي سيثقل ميزان الشك في كل أعمالنا التالية ويُسلمنا إلى أحضان موقف لن نحسد عليه أبداً!!

أود هنا ختاماً أن ا طرح السؤال التالي على أعزائي القراء المتحمسين: هل تعتقد أن بإمكان العالم والعلماء امتلاك ناصية كل القوانين الطبيعية والتحكم بها في أيديهم ضمن الخمسين سنة القادمة؟ أنا شخصياً لا أعتقد ذلك، وأؤمن أشد الإيمان بأن هنالك في الكون، وحتى هنا على الأرض لا بد وأن تظل فسحة من العلم غامضة، مستعصية علينا سنعمل دائماً لاكتشافها؛ تماماً كالمسلق لمجموعة من جبال متراكبة، كلما نظر عالياً رأى القمة وكلمها وصلها وجد عندها بداية لسفح تسلق لقمة جديدة أمامه، وهكذا...

كوّن إسحق أسيموف (Issac Asimov (Jan، 2، 1920 - April 6، 1992)<sup>(1)</sup> وآمن جازماً بفكرة حيابة المعرفة العلمية على المفهوم التجازئي (Fractal Knowledge)، بمعنى حيابة الجزء الصغير منها على كامل صفات الجزء الأصلي الذي اقتطعت منه، وحيابة الأجزاء الأصغر فالأصغر لذات صفات الأجزاء التي تكبرها وهكذا إلى مالا نهاية. وبتوصيف أدق يمكننا القول بأنه مهما تعلمنا وتوسعت مداركنا للعلم والمعرفة، ومهما كان ما بقي منها (باعتقادنا) تافها وضئيلاً فإنه وعند التمهيص والتدقيق سيظهر لنا غامضاً معقداً يستحق إعادة التقييم وعناء البحث كالسابق، وهذا باعتقادي هو سر وجود الكون<sup>(2)</sup>.

أما ستيفن هاوكنج (Stephen Hawking) فقد صرح بيقينه بأن البحث عن القانون الأخير في الكون لا بد وأن يتوقف بعد أن يؤتي ثماره، فلقد ذكر في كتابيه الشهيرين: (ملخص تاريخ الزمن) و (الثقوب السوداء والأكوان الفتية) بأن الكثير من العلماء في

(1) Issac Asimov - بروفيسور الكيمياء الحياتية روسي الأصل أمريكي الجنسية. اشتهر كأحد عمالقة جيل كتاب الخيال العلمي الحديث، فقد نشر أكثر من (550) كتاباً و (9000) رسالة وبطاقة بريدية. من أروع كتبه التي قرأناها له (الآلهة أنفسهم - The Gods Themselves) المترجم.

(2) (وما أوتيتهم من العلم إلا قليلاً) القرآن الكريم: سورة: الإسراء الآية (85).

أوائل القرن العشرين كانوا قاصدين أو أدنى من اليقين بإمكانية تفسير كامل صفات الكون وفهمه بكامل قوانينه وموجوداته من خلال (المواصفات غير المحددة) للمواد كخواص - المطاوعة للمعادن وظاهرة التوصيل الحراري للمواد الموصلة، ولكن طمست تلك الآمال بالإعلان عن اكتشاف الجسيمات ما دون الذرية ومبدأ الشك لهيزنبرك (Heisenberg Uncertainty Principle)، ونقل هذان الإنجازان البشرية معهما إلى المرحلة اللاحقة من التفكير والفهم الفيزيائي العلمي.

كان إعلان العالم الفيزيائي [ماكس بورن (Max Born (1882-1970] والحائز على (جائزة نوبل) أمام زوار جامعة (كوتنكن - Gottingen) عام 1928، البادرة الأولى لذلك حينما صرح بأن (كامل الفيزياء التي تعرفونها ستتهار وستزول في غضون الأشهر الست القادمة!!).

استند (بورن) في تصريحه للتدوي ذاك على إعلان الفيزيائي النظري البريطاني [بول ديراك (Paul Dirac (1902-1984] عن معادلته المهمة والحاملة لاسمه والتي تؤسس لتفسير تصرفات الإلكترون، بمنظور ثوري جديد.

فسر (هاوكنج) مصدر ثقة (بورن) بتصريحاته ومقدار (الحق) الذي انطوت عليه في كتابه (الثقوب السوداء والكون الفتي) حينما قال: (لقد كان من المتوقع أن يتوصل العالم إلى اكتشاف نظرية مماثلة لنظرية (ديراك) الخاصة بالإلكترون والتي افترض أنها ستمكن من تفسير صفات وتصرفات البروتون، وهو الجسيم ما دون الذري الوحيد الذي تم اكتشافه إلى حد ذلك الوقت. ولكن ما قلب السحر على الساحر هو اكتشاف النيوترون، والقوى ما دون الذرية التي افترضت مسؤوليتها عن إبقاء تماسك أنوية السدرات رغم قوى النفر التي تولدها الشحنات الموجبة المتماثلة للبروتونات الموصولة داخلها، الأمر الذي أشاع خيبة أمل عارمة بين الجميع، ولكن رغم كل ما سبق تجلني مضافاً جداً واعتقد شخصياً بموجب ما توصلنا إليه من فحوصات وإنجازات علمية مهمة وتقدم ولحد اليوم، بأننا بدأنا نقف الآن على أرض (غير هشة) تتيح لنا فرص التفاؤل الحذر بشأن توقع الوصول إلى النظرية الكاملة خلال مدى حياة بعض الذين يتصفحون هذا الكتاب الآن).



## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

### REFERENCES

Al-Khalili, Jim. *Quantum. A Guide for the Perplexed* (London: Weidenfeld & Nicolson, 2004).

Arons, Arnold. *Development of Concepts of Physics* (Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1965).

Asimov, Isaac, I. *Asimov: A Memoir* (New York: Bantam, 1995).

Atiyah, Michael, "Pulling the Strings," *Nature*, 438: 1081–1082, December 22, 2005.

Berlin, Leslie, *The Man Behind the Microchip* (New York: Oxford University Press, 2005).

Blank, Brian, "The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe" [book review], *Notices of the American Mathematical Society*, 53(6): 661–666, June/July 2006.

Bothamley, Jennifer, *Dictionary of Theories* (Washington, D.C.: Gale Research International Ltd, 1993).

Brewster, David, *More Worlds Than One* (London: John Murray, 1854).

Brockman, John, *What We Believe but Cannot Prove: Today's Leading Thinkers on Science in the Age of Certainty* (New York: Harper Perennial, 2006).

Casti, John, *Paradigms Lost* (New York: William Morrow & Company, 1989).

Dizikes, Peter, "Twilight of the Idols," *New York Times Book Review*, Section 7, p. 31, November 5, 2006.

Durbin, Paul, *Dictionary of Concepts in the Philosophy of Science* (New York: Greenwood Press, 1988).

Feynman, Richard, *The Character of Physical Law* (New York: Modern Library, 1994).

Gardner, Martin, *Order and Surprise* (Amherst, N.Y.: Prometheus Books, 1985); reprints Gardner's 1950 essay "Order and Surprise."

Gardner, Martin, "Interview with Martin Gardner," *Notices of the American Mathematical Society*, 52(6): 602–611, June/July 2005.

Gleick, James, *Genius: The Life and Science of Richard Feynman* (New York: Vintage, 1992).

Guillen, Michael, *Five Equations That Changed the World* (New York: Hyperion, 1995).

Halliday, David, and Robert Resnick, *Physics* (New York: John Wiley & Sons, 1966).

Hardy, G. H., *A Mathematician's Apology* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1940).

Harris, Sam, "The Language of Ignorance," *Truthdig*, August 15, 2006; see [www.truthdig.com/report/item/20060815\\_sam\\_harris\\_language\\_ignorance/](http://www.truthdig.com/report/item/20060815_sam_harris_language_ignorance/).

- Hawking, Stephen, *A Brief History of Time* (New York: Bantam, 1988).
- Hawking, Stephen, *Black Holes and Baby Universes* (New York: Bantam, 1993).
- Hawking, Stephen, and Roger Penrose, *The Nature of Space and Time* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2000).
- Holt, Jim, "Mistaken Identity Theory: Why Scientists Always Pick the Wrong Man," *Lingua Franca Online*, 10(2) March 2000; see [linguafranca.mirror.theinfo.org/0003/hypo.html](http://linguafranca.mirror.theinfo.org/0003/hypo.html); this article discusses Stigler's Law of Eponymy.
- Hume, David, *An Enquiry Concerning Human Understanding*, edited by Tom L. Beauchamp (New York: Oxford University Press, 1999).
- Iaccarino, Maurizio, "Science and Culture," *EMBO Reports*, 4(3): 220-223, 2003.
- Jennings, Byron K., "On the Nature of Science," July 27, 2006; see [xxx.lanl.gov/abs/physics/0607241](http://xxx.lanl.gov/abs/physics/0607241).
- Joule, James, "Remarks on God," 1873. (These are notes from an address Joule was to deliver at a meeting as president of the British Association for the Advancement of Science. Joule never delivered the address due to poor health. The quotation can be found in J. G. Crowther, *British Scientists of the 19th Century* [London: K. Paul, Trench, Trubner & Co., Ltd., 1935], pp. 138-140.)
- Kaku, Michio, "Parallel Universes, the Matrix, and Superintelligence"; see [www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0585.html](http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0585.html).
- Kepler, Johannes, *Conversation with Galileo's Sideral Messenger*, translated by Edward Rosen. (New York: Johnson Reprint Corp., 1965).
- Koch, Richard, and Chris Smith, "The Fall of Reason," *New Scientist*, 190(2557): 25, June 24, 2006.
- Krauss, Lawrence, *Fear of Physics* (New York: Basic Books, 1993).
- Krebs, Robert, *Scientific Laws, Principles, and Theories* (Westport, Conn.: Greenwood Press, 2001).
- Nuland, Sherwin, "The Man or the Moment?" *The American Scholar*, 73: 129-132, 2004; reprinted in *The Best American Science and Nature Writing 2005*, Tim Folger, editor (Boston: Houghton Mifflin, 2005).
- Pickover, Clifford, *The Loom of God* (New York: Plenum, 1997).
- Pickover, Clifford, *The Möbius Strip* (New York: Thunder's Mouth Press, 2006).
- Pickover, Clifford, *A Passion for Mathematics* (Hoboken, N.J.: Wiley, 2005).
- Pickover, Clifford, *Strange Brains and Genius* (New York: Quill, 1999).
- Penrose, Roger, "What Is Reality?" *New Scientist*, 192(2578): 39, November 18, 2006.
- Popper, Karl, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge* (London: Routledge, 1963).
- Quincey, Paul, "Why Quantum Mechanics Is Not So Weird after All," *Skeptical Inquirer*, 30(4): 39-43, July/August 2006.
- Rothstein, Edward, "Reason and Faith, Eternally Bound," *New York Times*, Section B, p. 7, December 20, 2003.
- Stenger, Victor, "A Scenario for a Natural Origin of Our Universe," *Philo* 9(2): 93-102, 2006.
- Stokes, George, *Natural Theology* (London: Adams and Charles Black, 1891).
- Tegmark, Max, "Max Tegmark Forecasts the Future," *New Scientist*, 192(2578): 37, November 18, 2006.
- Treil, James, *The Nature of Science* (New York: Houghton Mifflin Company, 2003).
- Wojeik, Jan, *Robert Boyle and the Limits of Reason* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2002).



## آراء فلسفية وأفكار للمناقشة:

إذا ما تساءلنا عن أدق (لغة) توصل إليها الإنسان وأكثرها مصداقية وبعدا عن التشابه والمثاليات والبديل والاحتمال... ما هي؟ فسيأتيك الجواب سريعا من الملايين الذين يتقنوها: إنها لغة (الرياضيات)!! نعم فأرقامها ومعادلاتها جواهر من (الحكمة)؛ لا تنطق إلا الحق ولا تحيد عن الدقة، وفي المقال منها قطار من المعرفة... أضف إلى ذلك أنها تماما كالحكمة التي تساعدنا على سبر أغوار أنفسنا لفهمها، فالرياضيات برموزها ومعادلاتها تفتح آفاق أفكارنا إلى ما يتعداها.

غيون

Michael Guillen: (Five Equations That Changed the Word).

مقتطف من كتابه (المعادلات الخمس اللاتي غيرن العالم).

هل هناك من أي سبب وجيه نسوقه، أو أي شيء من منطق سليم نعتمده، لنجزم بأن على كافة قوانين الطبيعة ونواميسها أن تكون ضمن قدرة استيعاب الذهن البشري؟ أو أن تكون هذه القوانين وتلك النواميس ضمن مقدورنا البحثي وفي نطاق حساباتنا وضمن نتائج توقعاتنا وتجاربنا في حدود مقادير الطاقة والحرارة المتواضعة [اللازمة الثبوت والاستقرار على الكواكب المأهولة بالبشر كأرضنا هذه التي نعيش عليها]؟!... إذا نظرنا - بعين عقلنا - أعمق... إلى صلب جوهر الحقيقة فلا بد لنا أن نتوقع وجود نتائج ودلالات تكون أعمق من إدراكنا وتفوق الحد الأقصى لما يمكن لنا فعلا - كبشر - استيعابه. في ذروة الحكمة، علينا الاستنتاج بأن كامل كم الكون بما فيه وبمن فيه يمكنه التعبير عن نفسه خيرا بكثير مما نتعكر عليه نحن مما بين أيدينا من شذرات قوانين أو ما يمكننا إدراكه وفهمه من ضئيل معرفة.

يارو

John Barrow: (Boundaries and Barriers: On the Limits - of Scientific Knowledge)

مقتطف من كتابه (الحدود والموانع؛ مدى المعارف العلمية).

إذا ما فتحنا كتب الأساطير وقرأناها، وجمعنا صحف الأخبار ونشرناها... فلن نجد مغامرة أغرب، ولا فكرة أقدم من محاولة فهم الكون؛ كيف يعمل؟ من أين أتى؟ وما مآله؟... ألا تتفق معي على صعوبة تقبل وهضم فكرة، بل واستحالة استيعاب نجاح محاولة حفنة من ساكني أحد الكواكب المغمورة والدائرة حول نجم

مهين في مجرة متواضعة فهم كل ما في الكون الفسيح المتراخي؟! أستطيع أن تتصور معي صعوبة تمكن وإصرار  
نتفة ضئيلة من مكونات هذا الكون المتراخي الفسيح على فهمه بأكمله؟!

جل مان

Murray Gell – Mann، in John Boslough's. (Stephen Hawking's Universe)

مقتطف من كتاب بوز لو ( الكون الذي تصوره ستيفن هاوكنج) .

مارس العلماء الكثير من المراوغة في استعمالهم لكلمة (قانون)، ولعله كان من الأكثر لياقة لو أنهم  
استعملوا كلمة (تأثير) لوصف الحدث الذي أمكن تأكيده و معاودته بنجاح لألف مرة ومرة مثلاً...  
ولنال العلم خيراً كثيراً لو أنهم استعملوا كلمة (مبدأ) لذلك الذي أمكن تأكيده و معاودته بنجاح لمليون  
مرة مثلاً. وكان من الأجدر بهم ولبغوا ذروة الحكمة لو أنهم احتفظوا بكلمة (قانون) وقتوا إطلاقها إلا  
على الحدث الذي أمكن تأكيده و معاودته لعشرة ملايين مرة... أما إذا سألتني: ولم لم يتم ذلك؟ لأجبتك  
بأن استخدام العلماء والعامة للمصطلحات العلمية السابقة لم يكن يوماً نابعا من تفهمهم بمصاديق هذا  
(التأثير) أو ذلك (المبدأ) أو ذاك (القانون)... ولا من إيمانهم بهذه الظاهرة أو تلك. لقد تمت التسمية  
بناء على متطلبات و سوابق تاريخية ليس إلا...!

تريفل

James Trefil، (The Nature of Science)

من كتابه (طبيعة العلم)

إن العالم عبارة عن رقعة شطرنج، وظواهر الكون أحجاره، أما (القوانين) الفيزيائية وغيرها فهي أسس اللعبة.

هكسلي

Thoas Huxley، (A Liberal Education) in Auto – biography and Selected Essays.

مقتطف من سيرته الذاتية ومقالات منتخبة (التعلم الذاتي الحر).

لقد بدأ العلم حقاً يوم كان علماؤه بعيدين عنه أغراب عليه! لقد قدأ أولئك العظام طريقتهم في الصنعر  
وحيدين صابرين لا مُعين لهم ولا ممول، اللهم إلا أنفسهم والنزير اليسير من مؤيديهم. أجروا تجاربهم في  
دورهم واستعملوا مختبرات وآلات صنعوها بأيديهم وأجابوا على أسئلتهم وعما طُمس عنهم بأنفسهم.  
لقد سلك ذاك الطريق الشاق الغريب الطويل كل العاقرة من نيكولاس كوبر نيوكوس (Nicolaus



Copernicus)) حتى شارل دارون (Charles Darwin) ولججوا في ذلك - أيما نجاح - رغم الصعوبات، إلى الدرجة التي لا يمكننا تخيل وجود العلم الحديث لو لاهم.

والآن ألا توافق معي بأن ما سلكوه من سبل غريبة لتحقيق إنجازاتهم، وما عمدوا إلى استخدامه من طرق بدائية معزولة لعميد اكتشافاتهم كانت ستشكل القاصم الأكبر لظهور العلم الحديث (والذي لا يقبل بغير تأصيل المراجع وتقنين الأساليب ونبد الغريب ديدنا له)، لو عمد علماء اليوم لاتباعها؟! المحررون

Editors of New Scientist: (It Pays to Keep a Little - Crazyness): New Scientist, December 9, 2006

- مجلة (نيوسينتست) في مقالتهم (ستفوز إذا احتفظت بشيء من جنونك).

لقد فسر الكاتب الأمريكي الساخر (مارك توين - Mark Twain) تزامن التوصل إلى العديد من الاكتشافات والاختراعات والإنجازات العلمية المتطابقة والمتماثلة من قبل أناس عاشوا في أماكن مختلفة وخلال حقبة زمنية متباعدة بقوله:  
إذا اتفقت معي بأن عليك الضحك في الوقت الملائم للضحك، فلا بد لك أن تتفق معي أيضا بأنه عليك (التبخر) في زمن القوارب البخارية!!.

Automobile Magazine, September, 2006

مجلة السيارات، سبتمبر (أيلول) 2006

- لقد شجع (الإسلام) العلم فازدهرت العلوم في الفترة الذهبية لازدهار دولته، وآمنت المسيحية (الكاثوليكية) بإمكانية حدوث المعجزات، كما آمنت بالقوى فوق الطبيعية. أما تعريف المعجزة في صميمها فهي قابليتها على خرق المألوف الطبيعي المتمثل بعالم متوازن، لولاه لما عرفناها أصلا. وودز

Thomas E. Woods, Jr. (How the Catholic Church - Built Western Civilization)

مقتطف من كتابه (كيف أقامت الكنيسة الكاثوليكية دعائم الحضارة الغربية)

- تفوق (غاليليو) على (كوبرنيكوس) بإسقاطه لفكرة مركزية الشمس للكون، فأتسع أفق الفكر

البشري وانطلق (كان كوبرنيكوس قد أسقط فكرة مركزية الأرض للكون التي نادى بها الكنيسة وتشبعت بها لقرون). ولم يتوصل إلى علم رجال الكنيسة بأن (المارن) واضع أسس أسقاط قدسية الأرض وإزاحتها عن مركزية الكون هو (كوبرنيكوس)، إلا في أوقات متأخرة جداً إلى الدرجة التي دفعت أحد الأساقفة الطليان إلى المناداة بالإصرار على حبس (كوبرنيكوس) هذا والتكليف به!! إلى أن أسقط بيده فشلاً، وفقر فاه عجباً من هول المفاجأة حينما وصل إلى علمه أن غريمه كان قد وُوري الثرى منذ ما ينيف على السبعين عاماً!.

**ديفيس**

James C. Davis, The Human Story

مقتطف من كتابه (قصة البشرية)



# **الباب الثاني**

## **الفصل الأول**

**250 B. C. \_ 1700 A. D.**



...توهلنا خبرتنا المتراكمة -ولحد الآن- إلى الركون للاستنتاج المقنع الذي مفاده إمكانية اختصار الطبيعة بكاملها من حولنا، والتعبير عنها بمفاهيمنا الرياضية البسيطة، وأنا شخصياً على يقين تام بإمكانية توصلنا، وتبنتنا من مصداقية كافة القوانين التي تربط تلك المفاهيم مع حقيقة هذه الطبيعة (أو الكون) بكامل أبعادها الفيزيائية الملموسة عن طريق (الرياضيات) و(الرياضيات المجردة) فحسب، بمعنى أنها ستوهلنا لفهم وإدراك كافة ظواهر الكون والطبيعة. وهنا أعود لأثني على وأتفق مع المنظور التاريخي القديم ومع الفكرة (الحلم) التي أضنت جذورها في التاريخ والتي مفادها إمكانية إدراك الحقيقة المطلقة عن طريق التفكير والتفكير المجرد فحسب.

(أينشتاين)

Albert Einstein, (on the Methods of Theoretical Physics), 1933

مقتطف من كتابه (حول طرق وأساليب الفيزياء النظرية) لعام 1933م.

.. ولعلك لا تدري كم من الغرائب قد رأى غيرك وكم سترى، ولكن لن يستغرب أحد ولن يعجب أشد من إعجابه بحدوث أغربها على الملأ، وأقصده بذلك عجيبة العجائب وذروة الفرائد، تلك هي معجزة انقياد (الرياضيات)، وتسليم راية إيجادها وفخر إدراكها وسمدها إلى أحد الأجناس ونوع من المخلوقات شديدة القرب من، والشبيهة بـ.. القرد!

(بيل)

Eric T. Bell, The Development of Mathematics.

مقتطف من كتابه (تطور الرياضيات).

إن من الجمال المقلق واليقين المحير حقيقة ابتعاد كامل الرياضيات عن الدقة واليقين كلما اقتربت من إدراك (الحقيقة)، وحقيقة ابتعادها عن (الحقيقة) ذاتها كلما ازدادت دقة وبقينا.

(أينشتاين)

Albert Einstein, (Geometry and Experience), Address to the Prussian Academy of Sciences. 1921

من كلمة له بعنوان (الهندسة والخبرة) توجه بها إلى الأكاديمية البروسية للعلوم، عام 1921م.

لعل من نافلة القول ومن مسلمات الحقيقة بأبسط مفرداتها إدراكنا العميق بأن كل ما قام وما سيقوم (العلم) برسمه للطبيعة من حولنا من صور، لم ولن تكون إلا صوراً بمنظور رياضي.  
ومن هنا يتضح لنا مدى صعوبة واستحالة التسليم إلا بتطابق واقع الطبيعة بكاملها مع إدراكنا الحسي الرياضي أنهما يستمدان روحيهما من مشكاة واحدة.

(جينز)

Sir. James. The Mysterious Universe.

من كتابه (الكون الغامض)

آن للذهن المنتصر أن يحتفل جَذَلاً، وأن للفكر النير أن يرقص طرباً، فقد تم اكتشاف الجبل الأعظم من القوانين الأساسية التي تحكم الحقائق العلمية الفيزيائية في الكون.  
لقد غدا واقعاً، وحتى احتمال التوصل إلى اكتشاف المزيد منها مُراداً تزداد صعوبة إدراكه زيادة توشك أن تبلغ حد الاستحالة مع مرور الزمن.

(مايكلسن)

Albert Michelson, 1894 dedication Address, Ryerson Physical Laboratory,

University of Chicago.

مقتطف من ورقته أمام مختبرات (بيرسون) الفيزيائية في جامعة شيكاغو



## مبدأ الطفو لأرخميدس

### ARCHIMEDE'S PRINCIPLE OF BOUYANCY

✽ سنة 250 قبل الميلاد في مدينة سيراكس في صقلية الإغريقية (Syracuse، Sicily).

#### معاور ذوات علاقة:

يوهانز كيبلر (JOHANNES KEPLER) وغاليليو غاليلي (GALILEO GALILEI)

من الأحداث التي جرت في الوقت المقارب لاكتشاف أرخميدس لمبدأ الطفو:

– شُرِع بكتابه النص الإغريقي للتوراة.

– غزت أقوام (La Tere) بريطانيا.

– بُني أول سجن روماني عرف باسم توليانم (Tullianum).

– ولد القائد القرطاجني الشهير هانيبال (Hannibal).

#### نص القانون وشرحه:

تساوي قوة الطفو العمودية المسلطة على أي جسم مغمور في سائل من الأسفل إلى الأعلى وزن

سائله المزاح.

تخيل ببساطة أنك تحاول زنة (جزرة) وهي مغمورة داخل حوض من الماء، فإذا ربطتها بخيط إلى ميزان مدرج بتأبط وقرات وزنها فإنه سيكون داخل الماء أقل منه عندما تكون خارجه. يعود سبب ذلك إلى أن القوة العمودية التي يُسلطها السائل من الأسفل إلى الأعلى على الجسم المغمور فيه تساعد على رفعه قليلاً إلى الأعلى فيقل وزنه المسجل بواسطة تأبط القبان الذي عُلق به.

يظهر تأثير هذه القوة المسلطة على الجسم المغمور من قبل السائل إذا ما استعملنا مواد ذوات كثافة متدنية كالفلين مثلاً، فالقوة المسلطة عليه من الأسفل إلى الأعلى ستكون كافية لرفع كامل وزنه فيطفو رغم انغماره جزئياً في الماء. تسمى القوة المسلطة من قبل الماء على الفلينة (بقوة الطفو) وتنفوق وزنه في هذه الحالة فيطفو، وتعتمد هذه القوة على عاملي كثافة السائل وحجم الجسم المغمور ولا تعتمد لا على شكل الجسم المغمور ولا على كثافته).

ففي تجربتنا السابقة لا يهم إن كان شكل الجزيرة المغمورة كرويا أم مكعبا كما لا يهم إن كان حجم المادة المغمورة ستيمترا مكعبا واحدا من الجزر أم من الخشب أم من الفلين، فحسب مبدأ أرخميدس فإن قوة الطفو الدافعة لأي جسم من الأسفل إلى الأعلى ستعتمد على وزن السائل المزاح والذي يعتمد بدوره على حجم الجسم المغمور بغض النظر عن كثافته. يعبر عما سبق رياضيا بالمعادلة التالية:

$$B = W_f$$

حيث يمثل (B) قوة الطفو و ( $W_f$ ) وزن السائل المزاح، ويمكننا إعادة تمثيل ما سبق بتصور قطعة صغيرة من معدن (الرصاص)، غُمرت في إناء. فاق وزنها وزن حجم الماء الذي أراحته فغطست، وعلى العكس يفوق وزن الماء المزاح من قبل قارب التجديف وزنه فيطفو. يُفسر (مبدأ أرخميدس) هذا حيثيات الطفو ويُعتبر أساسا لقوانين السوائل الساكنة. ويمكننا أيضا إعادة صياغته بشكل آخر ولكن بنفس المعنى وكما يلي:

$$B = \rho_{\text{liquid}} G V_{\text{solid}}$$

حيث تمثل ( $\rho_{\text{liquid}}$ ) كثافة السائل و (G) هو ثابت تعجيل الجذب الأرضي و (V) (solid) و ( $\rho_{\text{liquid}}$ ) هو حجم المادة المغمورة. ولا يهم إن كان انغمار الجسم كليا أم جزئيا، فحجم السائل المزاح يساوي دائما حجم جزء الجسم المغمور منه صغر أم كبر.

تفسر هذه الظاهرة بالاستناد إلى حقيقة أن ضغط حجم السائل المزاح المسلط من الأسفل إلى الأعلى قد يفوق أو يقل عن وزن الجسم المغمور فيه، فإذا قل (معنى أن كثافته أقل من كثافة الجسم) كما في حالة (الجزرة) فإنها ستغطس، وإذا زاد (معنى أن كثافته أكثر من كثافة الجسم) كما في حالة (الفلينة) فإنها ستطفو، وفي كل الأحوال لابد من بروز جزء من الجسم المغمور في الماء فوقه ليساوي وزنه وزن السائل المزاح... وعليه تُخلي الغواصات جزءاً من مخازن مائها فيقل وزنها فتطفوا عندما تُريح من ماء البحر ما يساوي وزنها تماما.

تريح الغواصة الطافية على سطح البحر من مائه ما يساوي وزنها بالضبط، بعبارة أدق فإن وزن مقدار ماء البحر المزاح للذي يحل جسم الغواصة محله لابد وأن يساوي وزن المعدن



الذي صنعت منه مضافا إليه وزن ملاحيتها وكامل حمولتها من مؤن وهواء وذخيرة. ينطبق ذلك تماما على الحيوان المنقرض المسمى (بلزيوسارس)<sup>(1)</sup>، فوزن الماء المزاح من قبل المخلوق الطافي لا بد وأن يساوي وزنه تماما، ومن المثير أن نذكر أن الحفريات المتحجرة لهذا الكائن قد أثبتت وجود بعض (الأحجار) داخل معدته الأمر الذي يمكن تفسيره علميا بحاجته إليها لغرض موازنة وزنه مع وزن ماء البحر الذي يزيحه في حالتي طفوه وغطسه. يغطس قارب التجديف في الماء إلى الحد الذي يبلغ وزن الماء الذي يزيحه وزنه الأصلي فيطفو، وتُعرف قوة الطفو بأنها القوة الرافعة للجسم من أسفل إلى أعلى والتي تمر عبر مركز ثقله والذي يعتمد على مركز ثقل الماء المزاح أيضا وهنا يكمن سر توازن واستقرار القوارب والسفن حيث لا بد وأن يتجانس مركز ثقلها مع مركز ثقل قوة الطفو الدافعة لها من الأسفل إلى الأعلى.

قد يساورنا بعض الشك من حقيقة أن الأجسام المتساوية في أحجامها لا بد وأن تزيح نفس الكمية من أي سائل تُغمر فيه بغض النظر عن كثافتها...؛ لا داعي لذلك، لأنها الحقيقة!! فإذا غمرنا ثلاثة مكعبات متساوية الحجم من الفلين والألنيوم والرصاص في حوض ماء فلا بد للثلاثة أن تزيح عين الكمية من مائه (بغض النظر عن المادة المصنوعة منها)، وهنا لا بد لقوة الطفو المسلطة على الثلاثة (من الأسفل إلى الأعلى) أن تكون متساوية، ولا بد لنا أن نذكر بأن رد فعل المواد الثلاثة لفعل انغمارها في الماء سيكون مختلفا.. بمعنى أن مكعب الفلين سيقفز طافيا على سطح الماء وسيغطس مكعب الألنيوم ويفعل فعله مكعب الرصاص ولكن بسرعة أكبر ويعود سبب ذلك إلى اختلاف نسبة قوة طفو كل جسم إلى وزنه.

وهناك العديد من التطبيقات العملية لمبدأ أرخميدس نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر استعماله لمعرفة قوة ضغط سائل كدالة لعمقه.

(1) Plesiosaurs: حيوان مفترس بحري منقرض يُشبه مجازا بكوند (أنقى طويلة داخل درع سلاح!) ينتمي إلى فصيلة الزواحف بعنق وذيل طويلين ووطن منتفخة غير محاطة بدرع. عاش خلال فترة وجود الديناصورات ولا ينتمي إليها ويمتاز بنوعيه طويل وقصير العنق (الترجم).

## للفضوليين فقط:

- لقد أوحى شخص (أرخميدس) وإنجازاته الفذة إلى [صوفي جرمين Sophie Germain (1776-1831)] لاختيار خط اختصاصها في الحياة حتى أصبحت أعظم رياضية في العالم على الإطلاق. وتعود قصة ذلك إلى اطلاعها وقراءتها - ولما تتجاوز الثالثة عشرة من عمرها - لقصة مقتله أثناء حله لبعض المسائل الرياضية، أثرت تلك القصة تأثيراً بالغاً عليها فقررت أن تختص في المادة التي أحبها (أرخميدس) وهي الرياضيات. عارض والداه فكرتها بشدة إلى الحد الذي ألجأها إلى الاختباء تحت الأغطية لتمكين من قراءة أعمال (نيوتن) سرا والاستمتاع بإبداعات الرياضي (ليونهارد يولر Leonhard Euler - (1).  
- كثيراً ما دأب أرخميدس زملاءه بانتكاره لمسائل رياضية ونظريات غامضة أو مغلوبة لغرض الإيقاع بهم ولبلبلة أفكارهم (وذلك للانتقام منهم لسرقتهم لأفكاره).

## من أقوال العظماء:

- أعطني موضع قدم ثابت وسأزحزح لك الأرض!  
أرخميدس: عند اكتشافه لأسس (Archimedes) ومبادئ العتلات كما ذكر ذلك (Poppus of Alexandria).

- سبقي ذكرى أرخميدس حتى بعد نسيان (أشيلس)<sup>(2)</sup> هذا لأن اللغة زائلة والرياضيات باقية.  
قد يظن البعض أن لا معنى للخلود ولكنني على يقين بأن سر عظمة الرياضيات يقطن في خلودها.  
ج. هـ. هاردي

G. H. Hardy, (A Mathematician's - Apology), 1941

مقتطف من كتابه الموسوم (اعتذار رياضي)، 1941.

(1) Leonhard Euler: (1783-1707) رياضي سويسري لامع عاش في روسيا وألمانيا اشتهر باكتشافاته الرياضية الفذة والتي تناولت مواضيع مختلفة وحلول متعددة مثل الهندسة التحليلية وحساب التفاضل ونظرية الرسوم البيانية. ووضع لأول مرة مصطلحات رياضية مثل التحليل الرياضي والدالة الرياضية وكان سباقاً في ميادين الميكانيك وحركة السوائل وعلم الفلك. (المترجم).  
(2) Aeschlus - كاتب مسرحي روماني اشتهر بإيجاد فكرة (المأساة) في المسرح. كان أول من زاد عدد الممثلين على الخشبة لإيجاد وخلق حبكتها، ألف ما يتف عن 70 إلى 90 مسرحية، لم يصلنا منها إلا سبعة. (المترجم)

- مرحى!! مرحى!!

صبيحة الفرح التي أطلقها أرخميدس عندما توصل إلى أن تاج الملك (حIRON - Hieron) قد صيغ من ذهب مخلوط بفضة.

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

أرخميدس من سيراكس - (Archimedes of Syracuse (287-2120) رياضي ومخترع يوناني اشتهر بدراساته الهندسية والمائية وباللولب المسمى باسمه والذي لا يزال يستعمل لحد اليوم لرفع المياه. يعتبر المهندس الإغريقي، (أرخميدس) أعظم رياضي وعالم عاش في الزمن القديم، كما ويعتبر رابع أعظم من وطئت أقدامهم الأرض من الرياضيين، فهو غالبا ما يوضع في مطاف إسحاق نيوتن - (Issac Newton) وليونهارد يولر - (Leonhard Euler) وكارل كاوس - (Carl Gauss). ولد أرخميدس لفلكي أغريقي اسمه (فيدياس - Phidias) وأمضى جل عمره في مدينة (سيراكس) حيث عمل على ابتكار العديد من المخترعات مثل الأسلحة التي استعملت ضد الرومان واللؤلؤ المعروف باسمه لغرض رفع الماء إلى مستويات أعلى، وكان أول من فكر بوضع نماذج تحاكي قبة السماء بنجومها وكواكبها وأجرامها (Planetariums).

قصد أرخميدس (مصر) في إحدى مراحل حياته، ودرس في (الإسكندرية) التي كانت منارة من منارات علم ذلك الزمان والتي سعى الإغريق إلى إرسال طلابهم إليها. وبقي ذكره خالدا إلى زماننا الحاضر لما تركه لنا من اختراعات وأعمال هندسية وقوانين رياضية منها: تلك التي تُستخرج بواسطتها الأحجام والمساحات السطحية للأجسام الكروية إضافة إلى ابتكارات رياضية أخرى استندت إليها طرق أحدث كاستعمال اللوغارتم وحساب التفاضل. تعود أسطورة مقتله من قبل أحد الجنود الرومان أثناء فترة احتلال بلدته (سيراكس) إلى العام

212 ق. م. خلال (الحروب البونوية)<sup>(1)</sup> حينما ثار غضب (أرخميدس) لدى مرور ذلك الجندي على الدوائر التي كان قد رسمها على الرمل أمامه وهو يدرسها فنهره بجملته الشهيرة قبل مقتله (لا تشوه دوائري). ينقل لنا الكاتب الإغريقي (بلوتارش - Plutarch) وصية أرخميدس لأحبائه وأصدقائه بأن تُنقش على قبره صورة أسطوانة تحيط بكرة وأن يكتب تحتها العبارة التالية: (النسبة التي يفوق فيها الشكل الحاوي الشكل المحتوى).

أطلق اسم (أرخميدس) على إحدى فوهات القمر وهي بقطر (82 كيلو متراً) في عام (1935) من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالمي. واتحاد الفلكيين العالمي (International Astronomical Union - IAU) هي الجهة الرسمية المخولة لمراجعة واعتماد الأسماء المقترحة من قبل العلماء (وعامة الناس) لإطلاقها على معظم الأجرام الشمسية. ومن الغريب أن يُعرف ويشتهر أرخميدس - وهو الرياضي الفذ اللامع - لا بإبداعاته الرياضية وإنما باختراعاته الميكانيكية التي شملت على سبيل المثال لا الحصر:-

- اللولب الشهير المعروف باسمه والذي اخترعه لغرض رفع المياه من مجاريها لري المحاصيل (وقد ذكره المؤرخ الإغريقي ديودورس الصقلي - Diodorus Siculus).
- لولب طويل يستعمل كممر لدفع السفن من مرافئ بنائها إلى البحر (وقد ذكره الكاتب الإغريقي أثينيوس - Athenueus).
- مجموعة البكرات المركبة المستعملة لاختزال جهد رفع السفن (وقد ذكرها الكاتب الإغريقي بلوتارش - Plutarch).
- القبة الكروية لتشبيه سطحها الداخلي بالسماء ونجومها (Planetarium)، وقد ذكرها الخطيب الروماني (سيرو - Cicero).
- المجانيق؛ وهي القاذفات الدفاعية بعيدة المدى التي استعملت لصد الرومان، (وقد

(1) Punic War: سلسلة من ثلاث حروب طويلة دارت رحاها ما بين روما وقرطاج من عام 264 وحتى عام 146 ق. م. ولعلها كانت أطول حرب خاضها العالم القديم إلى حينها. واشتقت تسميتها من اللاتينية (Punicos) وتعني (قرطاجنة أو قرطاج) وعلى اسمها سمي (ميناء تونس) الحالي في تونس وهم حفدة الفينيقيين سكنه لبثان القدماء. (الترجم).



ذكرها كل من المؤرخين الإغريقين (بوليبس - Polybius) و (بلوتارش - Plutarch) والمؤرخ الروماني (ليني - Livy).

• المايا العظيمة الحارقة والتي استعملت لصد الرومان (ويشك العديد من المختصين بصحة الأسطورة الواردة بشأنها).

لقد ذكر الكثير عن (مرايا أرخميدس الحارقة)... فقد شاع في حوالي عام (313 ق.م). بأنه كان قد صنع نوعاً من (أشعة الموت)، التي اعتقد أنها تتكون من مجاميع من المرايا المقعرة التي كان لها قابلية تركيز أشعة الشمس على السفن البحرية الرومانية وإضرار النار فيها. لقد حاول العديد من المؤرخين والباحثين اختبار تلك الأسطورة عملياً فقاموا بنصب العديد من توليفات المرايا لغرض تحقيق عملية إحراق شيء ما عند بعد ولكن جميع المؤشرات التي حصلنا عليها كانت تؤكد فشل مثل تلك المحاولات. ولكن المحاولات لم تعرف اليأس، فقد حاول أحد مهندسي (معهد ماساجوست للتكنولوجيا - MIT) وهو ديفد والاس (David Wallace) التصدي لإثبات ما عجز عنه غيره فقام في عام (2005) بتشجيع تلاميذه وقيادتهم لبناء نسخة مماثلة لإحدى سفن الرومان الحربية من خشب البلوط وقام بتسليط أشعة الشمس المركزة عليها. لقد عمد ديفيد في محاولته تلك إلى صناعة (127) قطعة من قطع البلاط (الرخام)، بلغت مساحة الواحدة منها (12) متراً مربعاً وقام بتغطيتها جميعاً بالمرايا العاكسة ثم قام بتسليط أشعة الشمس المركزة بواسطتها على نموذج السفينة آنف الذكر من على بعد بلغ (30) متراً واصطبر الجميع لمدة (10) دقائق قبل أن تندلع النار فعلاً فيها. وأعيدت محاولة حرق جسم بحري آخر عن بعد في عام (1973) من قبل أحد المهندسين اليونانيين، الذي قام بصناعة وترتيب سبعين مرآة عاكسة بلغت مساحة كل منها (5x3) قدماً وجرب تركيز أشعة الشمس بواسطتها على قارب للتجديف. نجحت هذه التجربة فسرعان ما شبت النار في القارب بعد وقت قصير. لقد أثبتت التجربتان السابقتان إمكانية إضرار النار عن بعد بجسم بحري خشبي بواسطة المرايا ولكن المؤرخين لا زالوا يجهلون بصعوبة قيام (أرخميدس) بتحقيق مثل ذلك العمل في تلك الحقبة خصوصاً إذا كانت سفن الرومان في حركة دائمة.

لقد استثمرت فكرة حرق جسم ما عن بعد باستعمال المرايا من قبل كاتب القصص القصيرة الشهير (آرثر كلارك - Arthur Clark) في روايته الخيالية التي صدرت بعنوان (ضربات الشمس: إحدى الحالات البسيطة) والتي يصف فيها غضب جمهور إحدى مباريات كرة القدم المتخمس على حكمها الذي بالغ في استعمال صلاحياته ظلما ضد أحد الفريقين الأمر الذي دفعهم إلى استخدام منشورات المباراة المطبوعة على الورق الصقيل اللامع (بصورة جماعية ويزوايا معلومة!) لعكس أشعة الشمس عليه بعد تركيزها، ففعلت فعل مرايا (أرخميدس) سالفة الذكر فحرقته وحوّلته إلى رماد؟!!

ولعل المبالغة في صدق واستعمال اختراع أرخميدس المذكور قد أدخلت محلها لاختراع آخر أكثر مصداقية وأنبج فعالية، جاء ذكره مرارا في كتابات المؤرخ (بلوتارشس) كأحد الأسلحة الفعالة التي استخدمها الإغريق في دفاعهم ضد غزو الرومان في حدود عام (212 ق.م). والتي أكد يقول فيها:

((لقد أثبتت أسلحة أرخميدس بعيدة المدى نجاعتها، فما كاد يأمر بإطلاقها حتى اندفعت

صوب قوات المشاة الرومانية الراجلة كل أنواع المقذوفات من صخور وكرات نارية

وأحجار وغيرها فأمطرتهم بما لا قبل لهم بها من لعات الموت مصحوبة بالرعب المتولد

من الضجيج والغبار والجلبة. لقد بلغت الكوام وقوى تدمير تلك الصخور المنهمرة من

السماء حدا لم يستطع معها محاربو الرومان صمودا، فمحققتهم عن بكرة أبيهم)).

بلغ ولع أرخميدس بالرياضيات وتشربه بحبها حدا قد يصعب وصفه (بالطبيعي)، فقد ذكر (بلوتارشس) بأنه كان على خدم (أرخميدس) إرغامه على دخول الحمام لانشغاله بها. وحتى وهو هناك وخلال تدليك جسمه وتحميمه بالصابون كان غالبا ما يستمر برسم الأشكال الهندسية والدوائر بأصبعه على جسمه المغطى به ويسترسل بتفكيره بل وبشروده وانغزاله عما حوله ليكمل رسومه على جسده العاري المغطى بالزيت بعد ذلك وهو كالسائر في منامه أو كالمتميم بغرامه!!.

أما أشهر ما وصلنا من الأساطير التي نُسجت حوله فكانت تلك المتعلقة بالملك (هيرون - Hieron) والذي أراد التأكد من نزاهة صائغ بلاطه الذي شك بأنه كان قد مزج الفضة بالذهب الخالص المفروض أن يصنع كامل تاجه منه، فما كان من (أرخميدس) إلا أن أجرى تجاربه بغمر التاج في حوض ماء ليحل الأحمجية، فاستطاع بذلك كشف غش الصائغ الذي كان بالفعل قد



قام بمزج الفضة بالذهب في صناعته لتاج الملك. ومن بين الذين انبروا للتحقق من صحة تلك الأسطورة كان المهندس والمعماري الروماني (ماركس فتروفيس - Marcus Vitruvius) الذي كتب عن تلك الحادثة في دورية (المعماري - De Architecture) يقول:

((لقد تشرب (أرخميدس) وانغمس كلياً في تلك (المعضلة) فكان شغله الشاغل حلها، حتى أنه كان دائم التفكير بها في حله وترحاله وفي يقظته ومنامه. وفي أحد الأيام التي (سيق) فيها من قبل خادمه للاستحمام كعادتهما وما كاد يدخل الحوض حتى قفز قفزته الشهيرة فرحاً خارجاً منه وراكضاً بأقصى سرعته إلى داره عارياً وقد أخذته نشوة الفرح بحل قضية تاج الملك الذهبي الممزوج سرا بالفضة. أما صيحته الأكثر إثارة خلال تلك الحادثة (وجدتها!!...!! وجدتها!!...) فأشهر من أن تذكر)).

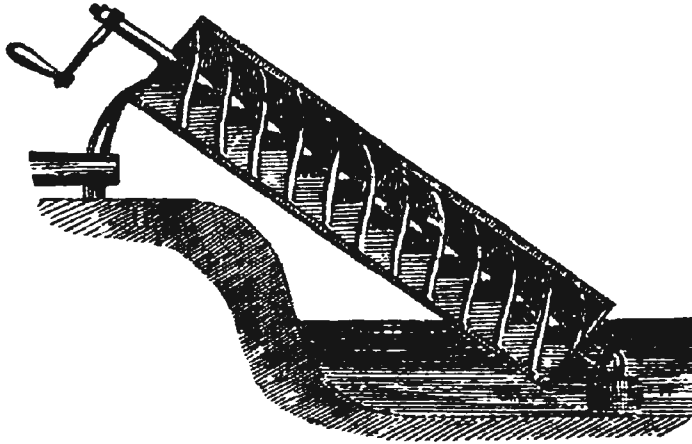
لقد كان في دقة ملاحظة (أرخميدس) لكمية الماء الفائضة من الحوض (بعد أن أنزل جسمه فيه وتأكد من أن وزنها كان مساوياً للوزن الذي فقده جسمه عند انغماره به) المفتاح الأساسي الذي ألهمه حل تلك المسألة.

وإذا ما أعدنا تصورنا لتلك الحادثة فسيمكننا أن نتخيل (أرخميدس) وهو بثيابه الإغريقية الأنيقة وشعره الكث (الذي لا تعرف شعرة منه طريقاً لمصاحبة زميلاتها أبداً... علامة الذكاء والتفكير) وهو يحاول ويعيد تجربته لاكتشاف حقيقة تاج الملك باستعمال جردل مناسب مملوء بالماء حتى حافته باذلاً جهده لجمع ما يفيض من مائه بكل دقة واحتراس. وبإعادة ذات التجربة مرة بعد أخرى باستعمال أوزان متساوية من الذهب تارة ومن الفضة أخرى سنراه يكتشف بأن على مكعب الذهب أن يكون أصغر حجماً (ومن ثم سيزيح كمية أقل من الماء) من مكعب الفضة إذا تساوت أوزانهما. وبالتحقق من قياس أحجام الماء المزاح من قبل وزني الفضة والذهب المتساويين نجده قد اكتشف الاختلاف بينهما ومقارنة ذلك بما يزيحه تاجين متساويي الوزن أحدهما مصنوع من الذهب الخالص والثاني من الفضة الخالصة أمكنه التوصل إلى اكتشاف الفرق بين كثافتهما النسبية الأمر الذي استنتج منه أن تاج الملك لم يكن مصنوعاً من الذهب الخالص.

استنتجت أسطورة (أرخميدس) والملك (هيرون) أن كثافة تاجه تراوحت ما بين 10.5 و

19.3 / سم<sup>3</sup>) وهي كثافة كل من الفضة والذهب على التوالي مما يعني أنه لم يُصنع من الذهب الخالص من قبل صائغ القصر الذي وعد ملكه بذلك... فتم إعدامه.

يميل أكثر الباحثين إلى الاعتقاد بأن الكثير من التهويل والمبالغة كانا قد ألحقا بقصة الذهب والفضة التي نسبت لأرخميدس، وذلك لأنه من غير المرجح أن تكون آلات قياس (أرخميدس) قد بلغت درجة الدقة اللازمة لاكتشاف الفرق الضئيل في كمية الماء المزاح من قبل التاج المصنوع من الذهب الخالص وذلك الذي قد أضيفت بعض الفضة إليه عند صياغته. هذا على عكس قصة اختراعه للولب المعروف باسمه والتي يمكن اعتبارها معقولة إلى حد ما، حيث نجد أن (فثروفيس - Vitruvius) كان قد كتب وصفا مطولا لطريقتي صناعة وعمل ذلك اللولب في رفع الماء من مجاريه إلى مستوى الأراضي المروية الأعلى نسبيا عنها. يتألف ذلك الاختراع في أبسط صورة له من أسطوانة مغلقة تدور حول محور التفت حوله صفائح حلزونية متصلة بعضها ببعض. تُغمر مؤخرته في مجرى جدول أو بحيرة فيرتفع الماء منزلقا إلى الأعلى من مستوى حلزوني إلى الذي يليه عند إدارة مقبض اللولب المثبت في نهايته العليا.



لولب أرخميدس - (المصدر : موسوعة تشامبر)

(From Chamer's Encyclopedia - Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1875).

ومن المرجح أن يكون (أرخميدس) قد تمكن أيضا من اختراع (مضخة) لولبية تتألف من جسم أسطواني على شكل المسمار المحوري (البرغي - أو مسمار القلاووظ) بأسلوب مشابه،



تثبت عموديا وتستعمل لتفريغ المياه من قيعان السفن الكبيرة عند تجمعها هناك. ومن المفيد أن نذكر هنا أن (لؤلأ أرخميدس) بالغ القدم لا يزال مستعملا لرفع مياه الري من جداولها وسواقيها في الأماكن والمجتمعات التي لم يصلها نور التكنولوجيا بعد... آخذين بعين الاعتبار نقطتين مهمتين في استخدامه وهما عدم تأثيره برفع المياه الموحلة على خلاف المضخات الكهربائية والبتروولية المستخدمة في الوقت الحاضر من ناحية، وانعدام تلويثه للبيئة من ناحية ثانية... هذا وقد وجدت النماذج الحديثة من لؤلأ (أرخميدس) طرقها للتطبيقات العملية في يومنا هذا ونخص بالذكر استعمالها لرفع المياه الثقيلة في منشآت تكرير وتنقية المياه لإعادة استخدامها في الري الزراعي ولإستخراج السماد العضوي عالي الجودة خطير الأهمية.

لقد ساهم عالمنا الجليل كل المساهمة في دراسة الرياضيات والهندسة وتقدمهما عن طريق ابتكار وإثبات العديد من النظريات المتعلقة بالأحجام والمساحات السطحية للأشكال الهندسية، فقد عمد إلى وضع القانون الذي يحكم المساحة السطحية وحجم أي كرة (فاستنتج على سبيل المثال بأن المساحة السطحية للجسم الكروي لا بد وأن تساوي أربعة أمثال مساحة الدائرة المرسومة داخله إذا تطابق مركزاهما، كما قام بحساب قيمة النسبة الثابتة ( $\pi$ ) وهي نسبة محيط أي دائرة إلى قطرها). وناقش وأضاف الكثير إلى فيزياء الأجسام الطافية. ومن الإنصاف أن نذكر أن تجارب (أرخميدس) العلمية وأعماله فيما يخص الأجسام الطافية كانت قد شكلت الأسس العلمية الحقيقية لمبادئ علم السوائل المستقرة (Hydrostatics) وهو العلم الذي يبحث كافة حالات السوائل الساكنة وتكيفها وتصرفها مع مختلف الضغوط المسلطة عليها.

درس أرخميدس قيمة النسبة الثابتة ( $\pi$ ) عن طريق إدخال وإحاطة مختلف الدوائر بمضلعات متباينة واستنتج بأنه كلما زيد عدد أضلاعها كلما زاد اقترابها من ملامسة الحافة الأصلية لمحيطها. واستطاع بتلك الطريقة إيجاد مساحات المضلعات الداخلية والخارجية بدقة الأمر الذي مكّنه من التوصل إلى قيمة ( $\pi$ ) وحصرها ما بين (... 3.142857 و ... 3.140845)، أما القيمة المقبولة حسابيا لها اليوم فتبلغ (... 3.14159). لقد بلغ شغف أرخميدس بدوائره ومضلعاته مبلغا جعله يعكف على دراستها وزيادتها فبدأ بالمسدس (المضلع ذو الست زوايا)

ولم يتوقف حتى استطاع رسم إحداها بست وتسعين ضلعاً!!

تطرق اهتماماته ودراساته إلى وضع العديد من نظريات العتلات والبكرات، كما حاول ونجح في تفسير لماذا يكون تحريك جسم ما على منصة طويلة صعوداً أسهل إذا كانت زاوية ميلانها أقل ولنفس الارتفاع، واكتشف وأثبت أن حجم الكرة الملامسة للجدران الداخلية للأسطوانة التي تحتويها لا بد وأن يكون ثلثي حجم الأسطوانة نفسها. وكما ذكرت سابقاً فإن (أرخميدس) كان قد أوشك على استنباط طرق حساب ودراسة الحساب التفاضلي قبل أن يتوصل إليه (نيوتن) بعده بأكثر من ثمانية قرون، لولا افتقاده للنظم الرياضية الصحيحة والرموز المفهومة لمساعدته في تحقيق أفكاره. وقد بلغ أفق تصوره وذاكؤه مداه حينما توصل في كتابه المسمى (حاصي الرمال - The Sandreckoner) إلى ابتكار نظام إحصاء رياضي مكنه من العد والتعبير عن أرقام فلكية هائلة تقدر بـ  $8 \times 10^{63}$  - ثمان ضرب عشرة مرفوعة للقوة 63). تفهوما الحديث، اعتقد أرخميدس (جازماً) بأن هذا العدد الذي اقترحه كان كافياً لإحصاء عدد حبات الرمال اللازمة لملء الكون برمته!

لقد ذكرت في كتابي الموسوم (شغفي بالرياضيات) اثنين من أحب الألغاز إلى نفسي والتي تنسب إلى شغف (أرخميدس) بالرياضيات والهندسة. أولاهما سميت (بجعبة أرخميدس) وإليك تاريخ اكتشافها ومحتواها:

عثر أحد مؤرخي الرياضيات في عام (2003) على مخطوطة قديمة كتبت على قطعة من الجلد هي عبارة عن نسخة منسوخة عن إحدى كتابات (أرخميدس) والمساماة (جعبة أرخميدس)، وقد أعيد تصحيحها واستعيدت كتابتها الناقصة من قبل كهنة أحد الأديرة منذ ما يزيد على الألف عام، وتضمنت أحجية من النوع المسمى (التشكيلات - Combinatorics) وهو أحد فروع الرياضيات الذي يهتم بإيجاد عدد الطرق الممكنة التي يمكن بواسطتها حل إحدى المسائل بصورة صحيحة. وقد كان الهدف من (جعبة أرخميدس) هو تحديد عدد الحلول الصحيحة أو التشكيلات والتي يمكن لأحجية متكونة من أربع عشرة قطعة هندسية مسطحة أن تُصَف لتكون شكلاً مربعاً. وجد المهتمون بمثل هذه المسائل في عام (2003) الحل وكان بإمكانية ترتيبها بنحو (152، 17) تشكيلة مختلفة.

عمد قساوسة المسيحية في القرن الثالث عشر إلى تمزيق (النسخة الأصلية) لمخطوطة



أرخميدس وغسلها، ثم توزيعها عشوائياً على قطعة من الجلد، ثم ألصقوا عليها كتابات دينية بحيث أصبح من المستحيل رؤية أو التعرف على (جعبة أرخميدس) بالعين المجردة. واستوجب التعرف عليها وتقييم بعض ما فيها من نفائس الرياضيات، استعمال العديد من طرق وأساليب الكشف الحديثة كالأشعة ما فوق البنفسجية لتصويرها واستعمال الحاسوب لإعادة تشكيلها رقمياً. وفي عام (2006) عمد بعض المختصين من جامعة ستانفورد (Stanford) الأمريكية إلى اللجوء إلى معجل الجامعة الخطي من أجل تسليط حزم مكثفة من الأشعة السينية القوية منه على بعض أجزائها لغرض تحفيز ذرات الحديد الموجودة في تركيب الأحبار التي استخدمها (أرخميدس) لكتابة تلك المخطوطة وجعلها في حالة توهج (فلورة - Fluorescence)، كل ذلك علّهم يتوصلون إلى حقيقة فهم ما خفي عنهم من بعض كلماتها.

لقد تعمق العلماء واستفاضوا بدراسة (النسخة) كذلك واكتشفوا احتواءها على سبعة من نصوص أرخميدس المنطقية بما في ذلك نص (الطريق إلى نظريات الميكانيك) والتي بحث عنها المهتمون بها، فقط بعد أن علموا بوجودها من دراسة النسخة الواصلة إليهم عن (منسوخة أرخميدس) نفسها، كما لك أن تتصور كم كانت دهشتهم عظيمة عندما اكتشفوا ولأول مرة، وباستعمال ذات أسلوب (معجل ستانفورد الخطي) احتواء النسخة الأصلية على نص ثان بعنوان (حول الأجسام الطافية) وقد كتب بالإغريقية القديمة والذي لم يأت أي ذكر له في أي من (المنسوخات) السالفة. أما الأحجية اللطيفة الثانية والتي تنسب إليه أيضاً فهي تلك المسماة (بإشكالية قطع أرخميدس)!! وقد جاء ملخصها كما يلي:

((أيها الغريب...!! أيها الغريب الكريم...!! هلا أعنتني على إحصاء عدد رؤوس

ماشيتي... (قطع الشمس) والذي كان يرعى هناك يوماً في مروج جزيرة (ترياسيان -

Thrinacian) في مقاطعة صقلية (Sicily). يتألف مجموع ماشيتي من أربعة قطعان

كل قطع بلون مختلف - الأبيض الحليبي والأسود الداكن والأصفر الفاقع والمبّع الزاهي.

بلغ عدد ثيرانى البيضاء  $(1/2 + 1/3)$  ثيرانى السوداء مضافاً إليها ما يساوي كامل ثروتى

من ثيرانى الصفراء. وبلغ عدد ثيرانى السوداء  $(1/4 + 1/5)$  ثيرانى المبقة، مضافاً إليها

ما يساوي كامل ثروتني من ثيراتي الصفراء. وبلغ عدد ثيراتي المبقة ( $1/6 + 1/7$ ) ثيراتي البيضاء مضافا إليها ما يساوي كامل ثروتني من ثيراتي الصفراء. وبلغ عدد بقراتي البيضاء ( $1/3 + 1/4$ ) كامل عدد قطيعي الأسود. وبلغ عدد بقراتي السوداء ( $1/4 + 1/5$ ) كامل عدد قطيعي المبقع. وبلغ عدد بقراتي المبقة ( $1/5 + 1/6$ ) كامل عدد قطيعي الأصفر. وبلغ عدد بقراتي الصفراء ( $1/6 + 1/7$ ) كامل عدد قطيعي الأبيض.

عساك تتمكن أيها الغريب أن تحصي لي عدد رؤوس ماشيتي (قطيع الشمس) وتخبرني كم بلغ عدد قطيعي من ثيران وكم بلغ من أبقار وكم بلغ عدد هما من كل لون.

سأشكرك أيها الغريب وسأدعو لك، ولن يعتبرك أحد مقصرا في علم الأرقام ولا غير حاذق في حسابها، ولكنك لن تعتبر حكيمًا ولا من منزلة العقلاء حتى تعلم شروطتي التي آتست تعليمهما لقطعان ماشيتي الأربعة:

[يرعى الثيران البيض سوية مع الثيران السود في صفوف بلغ عدد الرؤوس في كل صف منها عدد الصفوف ذاتها وتساوي عدد الرؤوس في كل صف وقد آتست جزء قطيعي هذا توليف شكل المربع الكامل في رعيه دوما. ويرعى الثيران الصفر سوية مع الثيران المبقة، وآتست جزء قطيعي هذا على الاصطفاف كثور واحد في الصف الأول واثنان في الثاني وهكذا حتى يشكلون شكل المثلث الكامل]. والآن أيها الغريب الكريم إن استطعت أن تحصي لي رؤوس ماشيتي، وتجمع كل شروطتي التي طلبتها منك في ذهنك وتطبقها في حسابك فإنك ستفاد أرضي وحقلي مباركا بالمجد محفوقا بالاحترام وأعلم حينها أنك ستكون من بين القلائل السعداء من بني البشر الذين يتمتعون بأفضال الحكمة ويرفلون بوارف السؤدد).

ملاحظة: [الجواب الكامل الصحيح للمسألة هو (7.76 مضروباً بـ 10 مرفوعة إلى الأس 206544) راساً].

لم يتمكن أحد من مجازاة أرخميدس في تحديده ولم يستطع أحد مجازاة صعوبة حساب تلك المسألة وإيجاد حلها حتى حوالي عام (1880). إن أول محاولة حساب دقيقة لهذه المسألة كان قد جرى في عام (1965) من قبل كل من (هوغ س. وليامز - Hugh C. Williams)

و (ر. أ. جرمن - R. A. German) و (س. روبرت زارنك - C. Robert Zarnke) وذلك باستعمال حاسبه آي. بي. أم (IBM) من طراز (7040).

لست على علم - والحق يقال - بأي مسألة حسابية (غير هذه التي ذكرت)، قد استغرق حلها ما يقارب الاثنين وعشرين قرنا من الزمان، لكن من الجدير بالذكر الإشارة هنا إلى أن هناك روايتين لتلك المسألة على الأقل تُنسبان إلى أرخميدس، والرواية آتفة الذكر هي أعقد الاثنين. ولا يشك أحد بإخفاق (أرخميدس) نفسه بحل مسألته بروايتها المعقدة تلك. ولقد ذكر الكاتب (هنريخ دوري - Heinrich Dorrie) أسماء أربعة من الرواد الذين اعتقدوا باحتمال خطأ نسبة رواية المسألة السابقة إلى (أرخميدس)، إلا أنه ذكر - كذلك - أسماء أربعة من الرواد الآخرين الذين اعتقدوا بصحة نسبتها إليه.

تأخرت الإشارة والاستفادة من اكتشافات أرخميدس الرياضية ولم يطمع اللثام عن أهميتها البالغة في إمكانية التأثير على مجرى حياة البشر لإقراة القرن الثامن الميلادي، حينما وصلت تلك الأعمال إلى أيدي وعقول العرب الذين عملوا على إذكاء روح الحياة فيها وبعثها من جديد. وبلغت تلك الأعمال أوج مجدها وعزها في القرن السادس عشر الميلادي (1500s) حينما انتشرت على نطاق العالم القديم آنذاك وألقت بظلال تأثيرها على أعمال الكثير من العظام أمثال (كبلر) و(غاليليو). لم يغفل (غاليليو) ذكر اسم (أرخميدس) في الإشارة إلى اقتباسه منه في كتاباته واكتشافاته، وشابهت طرق إيجاد المساحات التي ابتكرها (كبلر) تلك التي سبقه (أرخميدس) في التوصل إليها ولا سيما إيجاد مساحة الدائرة والقيمة المقربة للنسبة الثابتة ( $\pi$ ).

وفي ختام تصفحنا لتاريخ حياة (أرخميدس) الحافلة، وأعماله واختراعاته الباهرة، وبالنظر لكونه رائدا علما من عمالقة علم الرياضيات ومبدعيه فقد ارتأيت إيراد كشف ملخص لتاريخ علم الرياضيات الطبيعي الذي كان قد تطور تطورا عظيما لاشك فيه منذ أيامه وحتى الآن، فلقد نما وتضخم الكيان الرياضي عبر الزمن رغم وجود التباين الواضح في الأرضيات التي ترعرع فيها. يذكر التاريخ لأوروبا خلال القرن السادس عشر (1500s) تأخرها البين في هذا الموضوع مقارنة بما توصل إليه الإغريق فيه، خلال الحقبة التي عاشها (أرخميدس). ولكن الطفرة التي

شهدتها البشرية منذ ذاك التاريخ كانت عظيمة، يمكننا إدراكها إذا تابعنا خطها البياني إلى اليوم حيث يتم إثبات صحة بضعة مئات الآلاف من النظريات الرياضية في الوقت الحاضر سنوياً. وعلى سبيل المقارنة ولإدراك التطور الفعلي للموضوع اليوم وما نتوقه له في المستقبل، يمكننا مقارنة الموضوع وإلى حد أوائل وأواسط القرن العشرين (1900s) بالبحيرة الضحلة التي يمكن خوضها من قبل شخص واحد، فقد كان بإمكان أحد عباقرتها الإلمام بكامل ما تعرفه البشرية عنها. أما اليوم ونحن على أعتاب القرن الواحد والعشرين (2000s) فإن مياه (بحيرة) الرياضيات قد فاضت، وأعماقها قد غارت فلم يعد بإمكان عباقرتها اليوم إلا الإلمام باللمم من خفايا بحرها المتسع!! ولَكُنَّا الحق في التأمل والتفكير. عصرها والتساؤل عن مستقبلها الذي ينبئ بزيادة تعمق اختصاصيها بأجزاء أدق وأدق منها،... فما الذي تراه سيحدث عندما يبلغ مقدار علم أحدهم ذروته في نقطة منها لا تكاد تُرى؟!

### مصادر إضافية وقراءات أخرى:

- Clagett, Marshall, "Archimedes," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).
- Dörrie, Heinrich, *100 Great Problems of Elementary Mathematics: Their History and Solution* (New York: Dover, 1965).
- Heath, Thomas (translator), *The Works of Archimedes* (New York: Dover, 2002).
- Holden, Constance, "Death-Ray Test," *Science* 310(5747): 435.
- Kolta, Gina, "In Archimedes' Puzzle, a New Eureka Moment," *New York Times*, 153(52,697): 1, December 14, 2003.
- Pickover, Clifford, *A Passion for Mathematics* (New York: Wiley, 2005).
- Rorres, Chris, "The Turn of the Screw: Optimal Design of an Archimedes Screw," *American Society of Civil Engineers Journal of Hydraulic Engineering* 126: 72-80, January 2000; available on the Web from the author at [www.mcs.drexel.edu/~crrorres/screw/screw.pdf](http://www.mcs.drexel.edu/~crrorres/screw/screw.pdf).
- Simmons, John, *The Scientific 100: A Ranking of the Most Influential Scientists, Past and Present* (New York: Citadel Press, 1996).
- Stein, Sherman, *Archimedes: What Did He Do Besides Cry Eureka?* (Washington, D.C.: Mathematical Association of America, 1999).

### آراء فلسفية وأفكار للمناقشة:

تعتبر الصلة (صلة القوانين بعضها ببعض... وجسور ربط الجديد منها بالقديم) سُدى نسيج الفيزياء



ولحمته. يتمتع اختصاصي الفيزياء النظرية باكتشافها ويفرح المجربون بتجربتها واختبار مصداقيتها وقوتها... وفي النهاية يُلَف هذا النسيج كل العلوم بشرقة بديعة الصنع ليخرجها من عندها أبهى طلعة، وأجمل شكلا، وأقدر على تغيير مفهومنا وطبيعة تفكيرنا عن الكون من حولنا وموقعنا فيه. ما أحلى الصلات والجسور التي تبنها الرياضيات ما بين العلوم وما أمتع أن نكتشف الكثير منها.

كراوس

Lawrence Krauss , Fear of Physics

مقتبس من كتابه (الخوف من الفيزياء).

أستطيع تفسير مبدأ أرخميدس في الطفو وفهمه على أساس النظرية الحركية، والتي تنص على أن: جزيئات أي سائل ضغطها الخاص الذي تسلطه بعضها على بعض والذي يتناسب مع العمق، فإذا ما غمرنا أي جسم في سائل فإنه سيكون تحت تأثير نفس الضغط السابق والناجم عن تصادم الجزيئات مع السطح الخارجي له. وإذا ما اكتمل انغمار هذا الجسم تماما فمن الطبيعي أن تكون قوة تصادم جزيئات السائل المحيط بسطحه أعظم قوة عليه في أسفله مما هي عليه في جزئه الأعلى. وهكذا أفسر منشأ قوة الطفو التي تدفع كافة الأجسام المغمورة إلى الأعلى.

تريفل

James S. Trefl: The Natural Science, An A-Z Guide

to the laws and principles Governing our Universe

مقتبس من كتابه (المرشد الأبجدي للقوانين والمبادئ التي تحكم الكون).

لا غرابة في رفض أغلب البحوث التي تقدم للنشر في دوريات الفيزياء لا بسبب استحالة فهمها وتفسيرها، بل على العكس لأنها مفهومة واضحة، أعلم ما هي طبيعة البحوث التي تنشر فيها؟! إنها تنشر فقط البحوث التي لا يتمكن محرروها من فهمها!!.

دايسون

Freeman Dyson, Innovation in physics

مقتبس من كتابه (الإبداع في الفيزياء)

تنطبق قوانين الحركة التي اكتشفها (إسحاق نيوتن) على الكواكب المنطلقة في الفضاء حول شمسها بنفس السلسلة التي تفسر فيها رشاقة سقوط تفاحة حمراء لذيدة من شجرتها على رأسك، الأمر الذي يدفعنا إلى الاستنتاج بأن قوانين الأرض والسماء لا بد وأن تكون واحدة. مرت على (نيوتن) وزملائه مائتا سنة حتى جاء ميشيل فراداي (Michael Faraday) وجيمس كلارك مكسويل (James Clark Maxwell) وأثبتا بأن: في إمكان التيار الكهربائي المار بسلك توليد حقل مغناطيسي حوله، كما بإمكان المغناطيس المتحركة على طول سلك توليد تيار كهربائي فيه، أي أن كلتا القوتين ما هما إلا وجهان لعملة واحدة، متعلقة الواحدة بالأخرى وتنسب كل واحدة إلى أختها تماما كعلاقة لمسة (ميداس)<sup>(1)</sup> بتكوين الذهب، وعلاقة القيثارة بأنغامها.

(1) Midas: طفل نشأ في مدينة ماسادونيا (Macedonia) وتبناه ملك وأصبح ملكا بعد أبيه أيضا. يقال إن أمه كانت آلهة وأعطته لمسة سحرية استطاع بها تحويل كل شيء إلى ذهب. وصارت تلك النعمة نقمة عليه حينما حول ابنته إلى تمثال من ذهب حينما لمسها، وطعامه وفاكهته حين حملها!! واشتهر كذلك حداثته الغناء المليئة بأكبر وأجود أنواع الزهور العبقية، والفاكهة اللبنة التي لم يتمكن حتى من تذوقها... (المترجم).



## قوانين كبلر لحركة الكواكب

### KEPLER'S LAWS OF PLANETARY MOTION

🔭 ألمانيا عامي 1609 ، 1618: اكتشفت ثلاثة قوانين تصف حركة الكواكب حول الشمس

#### معاور ذوات علاقة:

قوانين اسحاق نيوتن (ISSAC NEWTON'S LAWS)، ونظرية اينشتاين العامة في النسبية (EINSTEIN'S GENERAL THEORY OF RELETIVITY)، وأعمال اقليدس [THE WORKS OF EUCLID] وغاليليو غاليلي وتايكو براه [GALILEO GALILEI AND TYCHO BRAHE].

#### من أحداث عام (1609):

– اكتشاف الرحالة الأمريكي هنري هدسن (Henry Hudson) الخليج الذي عرف لاحقاً باسمه.

– شحنت الشركة الألمانية – الهندية الشرقية ولأول مرة الشاي من الصين إلى أوروبا.

– قدم غاليليو أول عروض تلسكوباته أمام حكام ولاية فينثيان (Venetion).

#### نصوص القوانين وشرحها

اكتشف الفلكي الألماني (يوهانز كبلر) القوانين التي تحكم الحركة الإهليجية لدوران الكواكب في الفضاء حول الشمس مستفيداً من الحسابات التي سبقه إليها الفلكي الدنماركي [تايكو براه (Tycho Brahe (1546 – 1601)] وكان (براه) قد توصل إلى جمع كافة معلوماته وأجرى كل قياساته لدراسة السماء باستعمال العين المجردة لا غير! إذ إن التلسكوب لم يكن قد اخترع بعد! لم يكن ما أقحم (كبلر) نفسه فيه سهلاً أبداً، فمن أجل أن يتوصل إلى قوانينه، كان عليه أن يخطو خطوة لم تكن (بالممكنة أبداً) لغيره، وتلك هي رفضه (للدوائر المثالية) التي كان من المعتقد وإلى حد ذلك الزمان أنها تمثل الكون بأشمله فضلاً عن كونها الأشكال المثالية لتفسير حركة الكواكب في مداراتها.

لم يكن لديه أي أساس أو إثبات نظري لما ذهب إليه أول مرة ولم يسعفه في طفرته الجريئة تلك سوى النتائج الفعلية للقياسات التجريبية لتلك المدارات. مرت الأيام ودارت السنون ولم يأت (نيوتن) ليثبت صحة ما ذهب إليه (كبلر) ويفسره علميا بأنه النتيجة المباشرة لفعل جاذبية الشمس على مدارات حركة الكواكب حولها إلا بعد ما ينيف عن الخمسين عاما.

## قانون كبلر الأول:

(قانون المدارات، 1609)

وينص على أن حركة كافة الكواكب في نظامنا الشمسي تتم بمدارات إهليجية والشمس في بؤرتها. يعبر عن هذا القانون رياضيا كما يلي:

$$R_{\text{aphelion}} = a(1 + e), R_{\text{perihelion}} = a(1 - e)$$

حيث تمثل  $R_{\text{aphelion}}$ : المسافة الفاصلة بين الشمس وأبعد نقطة يمكن أن يصلها الكوكب المعني في مداره الإهليجي حولها.

وتمثل  $R_{\text{perihelion}}$ : المسافة الفاصلة بين الشمس وأقرب نقطة يمكن أن يصلها الكوكب المعني في مداره الإهليجي حولها.

ويمثل  $a$ : المسافة الفاصلة بين بؤرة المدار الإهليجي وأبعد نقطة يمكن أن يصلها الجرم في مداره (وتساوي نصف المسافة التي يمثلها طول المحور الكامل المار في بؤرة الإهليج وطرفاه يحسان أبعد نقطتين على مداره).

وتمثل  $e$ : مقدار زيج المدار الإهليجي (Eccentricity) ويُعرف الزيج: بأنه مقدار مسافة الاستطالة الزائدة للإهليج مقارنة بالدائرة - علما أن مقدار زيج أي دائرة يبلغ صفرا دائما.

تبلغ قيمة  $e$  لمدار بلوتو المعروف بالكوكب القزم ( $e = 0.25$ )، ولمدار الزهرة ( $e = 0.0068$ ) مما يعني أن مدارهما هو أقرب شكلا لمدار دائري. أما مدار الأرض حول الشمس فله قيمة مقدارها ( $e = 0.017$ ). ويمكن تفسير طبيعة المدار الإهليجي لدوران الكواكب حول



الشمس اليوم بالاستناد إلى مبدأ التربيع العكسي الذي يتضمنه قانون نيوتن للجذب العام. ومن الجدير بالإشارة هنا إلى أن (مركز) الشمس هو ما يمثل البؤرة الأولى لمدار أي كوكب حولها... ولا يوجد أي جسم آخر يمثل بؤرته الثانية.

بالإمكان التعبير عن (قانون كبلر الأول) بدلالة ثابت الجاذبية الأرضية (G) ويساوي ( $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ) وكتلة الشمس (M) وتساوي (M)  $(= 1.9891 \times 10^{30} \text{ kg})^{(1)}$

$$r = \frac{l^2 / GM}{1 + e \cos \theta}$$

حيث تمثل e: مقدار زيف المدار الاهليجي كما سبق (eccentricity).

و l: مقدار الزخم الزاوي النوعي للجرم

(ويعني الزخم الزاوي لو حدة كتلته - ويزداد الزخم الزاوي لجسم دوار مع زيادة إزاحته الزاوية).

و T: حد متغير يساوي المسافة الفاصلة بين الكوكب وبؤرة مداره الاهليجي حول الشمس ويقع بالقرب من مركزها.

و Q: مقدار الزاوية ولها مجال حركة يبلغ (0-360) درجة.

في عام (1610) وبعد سنة واحدة فقط من نشر (كبلر) لقانونه الأول، اكتشف غاليليو بضعة أقمار تدور حول كوكب المشتري، طابقت جميعا توقعات ذلك القانون في مسارها الاهليجي حول ذلك الكوكب. وبعد سبع وسبعين سنة من ذلك التاريخ أي في عام (1687) استطاع (نيوتن) أن يثبت أن على أي جسم يدور ضمن مدار أي جسم آخر (كالشمس التي تجذبه بقوة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما) لا بد له أن يتبع مساراً يمكن وصفه بقطع مخروطي (أي أن يتخذ الشكل الاهليجي (Elliptical) أو القطع الناقص (Parabolic) أو القطع الناقص الفائق (Hyperparabolic)).

(1) تبلغ كتلة الشمس حوالي 332,900 مرة بقدر كتلة الأرض (الترجم).

ومن الممكن جداً أن يكتسب أحد المذنبات السريعة جداً أثناء دخوله في مدار حول الشمس (على كمية كافية من الطاقة الحركية) بحيث يتخذ له شكل مدار (القطع الناقص) أو (القطع الناقص الفائق) ويغادر نظامنا الشمسي إلى غير رجعة بعد ذلك. وبناء على ذلك بإمكانك تخيل مصير الأرض المماثل (لا سمح الله)، إذا ما زادت سرعة دورانها بمعامل صغير قدرة 1.4 من سرعتها الحالية والذي سيجعلها تغير شكل مدارها إلى شكل (القطع الناقص) فتغادر بدورها النظام الشمسي منطلقة إلى أعماق الكون بلا رجعة كذلك!!.

## قانون كبلر الثاني:

### (قانون المساحات المتساوية، 1618)

وينص على أن الخط الوهمي الواصل بين الشمس وأي من كواكبها لا بد وأن يمسح عين المساحة خلال ذات الفترة الزمنية.

لاحظ (كبلر) أن حركة الكواكب في دورانها حول الشمس تكون أسرع إذا كان الكوكب قريباً منها وبطيئاً إذا كان بعيداً عنها، فإذا كان بعيداً عنها فإن المسافة التي سيقطعها من مداره خلال فترة زمنية معينة ستكون قصيرة بالمقارنة مع كوكب آخر يدور قريباً منها خلال ذات الفترة. وبصورة عامة فإن سرعة دوران أي جرم حول الشمس ستزداد باقترابه منها وتقل بابتعاده عنها.

ولأيضاح ما سبق بخصوص تساوي المساحات، دعنا نتصور الأرض وهي تنتقل في مدارها حول الشمس من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) خلال يوم واحد مثلاً وهما نقطتان عشوائيتان، ثم دعنا نرسم (أو نتصور) الخط الواصل بين النقطة (أ) والشمس ونتصور الخط الواصل بين النقطة (ب) والشمس. ففي هذه الحالة بإمكاننا تصور القطاع الاهليجي الخيالي الذي افترضناه (ويمكن تشبيهه مجازاً بقطعة مثلثة اجتزئت من فطيرة أو بيتزا). إن مساحة القطاعات المفترضة في مسيرة الأرض حول الشمس ستكون متساوية كل يوم. ومن السهل



علينا تصور ضرورة تغيير أي كوكب لسرعته عند اقتراب مداره من الشمس للحفاظ على مساحة المنطقة المعلومة ثابتة خلال وحدة الزمن التي ارتأيناها. فهم (نيوتن) قانون كبلر الثاني كما فهم الأول وفسره كنتيجة طبيعية لقانون حفظ الزخم الزاوي.

لقد اكتفى (كبلر) بقانونيه الأول والثاني ولم يعد بحاجة إلى استخدام الأشكال الهندسية الأكثر تعقيدا لتفسير طبيعة وأشكال مدارات الكواكب ومساراتها كالأشكال المسماة (بالإسقاطات الدائرية)<sup>(1)</sup> والتي كثر استخدامها من قبل الفلكيين قبل (كبلر). تمتاز المدارات الكوكبية (الكبلرية) والمواقع الناتجة عنها بسهولة حسابها وعطابقتها بدقة للملاحظات الفلكية.

## قانون كبلر الثالث:

### (قانون دورات الكواكب الزمنية، 1618)

وينص على تناسب مربع زمن دورة أي كوكب حول الشمس مع الأس التكعيبي للمسافة الفاصلة بين مركز مداره الاهليجي وأبعد نقطة يصلها فيه.

وقد يطلق على هذا القانون أحيانا اسم (قانون التناغم). ويعبر عن (قانون كبلر الثالث) رياضيا اليوم بالمعادلة التالية والتي تكتسب شكلها وأهميتها من (قانون نيوتن في الجذب العام):

$$T^2 = \left[ \frac{4\pi^2}{G(M+m)} \right] a^3$$

حيث يمثل T: الوقت اللازم لإكمال دورة كاملة في المدار (وقد تسمى بالوتيرة - Period).

و a: المسافة الفاصلة بين مركز المدار الاهليجي وأبعد نقطة يصلها أي جسم في مداره. و G: ثابت الجذب.

(1) Epicycloid: أو الإسقاط الدائري هو الشكل الهندسي الناتج من حركة نقطة ثابتة على محيط دائرة تدور (بنبات) حول محيط دائرة أخرى. (الترجم).

و  $M$ : كتلة الشمس

و  $m$ : كتلة الكوكب

وعلى سبيل المثال وما يقره الواقع فإن قيمة كتلة أي من الكواكب الدائرة حول الشمس نسبة إلى كتلة الشمس ذاتها تكاد تكون كمية نافهة جداً لا ضير من إهمالها في أي حسابات عملية، وعليه يمكن اعتبار مجمل القيمة المحصورة بين ضفرين كمية ثابتة للشمس بحيث تختزل الكمية  $T^2/a^3$  إلى كمية ثابتة بذات القيمة لكافة كواكب مجموعتنا الشمسية وتبلغ (3.00 مضروباً في 10 مرفوعة إلى الأس السالب 19). ولا ضير من التأكيد والإشارة إلى أن قيمة (a) لم يكن لها حاجة ولا وجود أصلاً حينما صاغ (كبلر) قوانينه.

وبعبارة أشمل فقد وجد كبلر أن مربع (سنة) أي كوكب لا بد وأن تساوي مضاعفاً صحيحاً لمكعب المسافة التي تفصله عن الشمس. وعليه لا بد أن (تطول) سنة الكواكب البعيدة عن الشمس و (تقصّر) سنة الكواكب القريبة منها، فعلى سبيل المثال تبلغ سنة الكوكب القزم (بلوتو) أبعد أفراد مجموعتنا الشمسية ما مقداره (90،410) يوماً أرضياً، أي ما يعادل (247) سنة أرضية وثمانية أشهر على حين تبلغ سنة عطارد أقرب كواكب مجموعتنا الشمسية إليها ما لا يزيد عن (88) يوماً أرضياً.

### قوانين كبلر (نظرة عامة):

لقد كان لقوانين (كبلر) الكثير من التطبيقات العملية العامة إضافة إلى أصل اشتقاقها لغرض تفسير حركة الكواكب حول الشمس. فلقد استفاد منها (نيوتن) كل الاستفادة لغرض إنجاز قوانينه في الحركة وفي الجذب العام والتي حوت اعتماداً ضمناً بيناً عليها. كما تنطبق توقعاتها على الأقمار الصناعية كالتي دأبت ناسا (NASA) على إطلاقها إلى الفضاء. وفي مثل هذه الحالات تحل الأرض محل الشمس كالجسم أو الكتلة المركزية التي تدور حولها الأقمار الصناعية في مداراتها. ومن نافلة القول أن نذكر أن على القمر أن يكون على بعد كافٍ يحرره من خطر الانزلاق إلى داخل المدار نتيجة تأثير الجاذبية العمودية عليه، وبناءً على



ذلك يتحتم عليه البقاء في مداره وإلا تحولت طاقته الحركية باحتكاكه بالغلاف الجوي إلى طاقة حرارية أدت إلى احتراقه وتدميره.

لن نظلم (كبلر) ولا قوانينه إن انتقدناها بقلة الدقة فلا يرتقي أي منها إلى دقة وصف حركة الكواكب ولا أقمارها في مداراتها حول الشمس لسبب بسيط هو إغفالها (أو إهمالها) أي تأثير لأي نوع من أي جاذبية أخرى قد تؤثر عليها (كتأثير جاذبية الكواكب بعضها على بعض مثلاً). يتأثر القمر في مداره حول الأرض لا بالأرض فقط، وإنما بالشمس أيضاً. وقد يُغفل تأثير الكواكب بعضها على بعض للأغراض العملية عمداً وذلك لضخامة جاذبية الشمس وكتلتها نسبة للكواكب التي تدور حولها، ولكننا عند دراستنا بدقة للعديد من النظم الأخرى كالمدارات التي تشكلها شمسان في نظام شمسي (ثنائي) مثلاً، لا بد لنا أن نأخذ كتلتيهما بنظر الاعتبار.

افترض (كبلر) في كافة تصوراتهِ وحساباته وجود شمس ثابتة تدور كواكبنا جميعها حولها ولكن الحقيقة والواقع قد أثبتا غير ذلك، فكلما الشمس وأي من كواكبها لا بد وأن يدوران حول نقطة مركز كتلة (الاثنتين) معا والتي بالضرورة لا يجب أن تكون في مركز الشمس ذاتها فقط، وعليه كان لزاماً على العلماء والفلكيين - وقد قاموا بذلك فعلاً - أن يدخلوا بعض التعديلات على (قانون كبلر الثالث) لجعله أكثر دقة ومقاربة للواقع.

لا يجب علينا وفي أي حال من الأحوال إغفال فضل (كبلر) في استنباطه لقوانينه والتي تعتبر من بواكير القوانين العلمية المهمة التي تفخر البشرية بحيازتها، أضف إلى ذلك أن الصياغة الدقيقة لها كانت الحافز المؤثر والقوة الدافعة لبعث الشعور العام وإذكاء القابليات الفذة لتفسير التصرف (الواقعي) للحقيقة عن طريق استعمال قوانين محكمة غاية في الدقة والاختصار.

تعتبر قوانين كبلر - يشاركها في ذلك قانون نيوتن في الجذب العام - الأسس الحقيقية بلا منازع لميكانيكا علم الفضاء والنجوم، على أن لا ننسى في هذا المجال التعديلات الطفيفة التي أدخلها (انشتاين) عليها في ابتكاره لنظريته العامة في النسبية. آمن (كبلر) ومنذ وقت مبكر بضرورة بل وبإمكانية التعبير عن حركة الكواكب والأجرام السماوية بمعادلات محكمة بسيطة، وبالفعل فقد نجح من خلال إبداعه لقوانينه الثلاث على اختزال آلاف السنين من المشاهدات الفلكية.

## للفضوليين فقط:

- لم يعمد (كبلر) إلى ترقيم قوانينه الثلاث وإنما كان رجلاً شديد الولع بعلم التنجيم إلى الدرجة التي دفعته في عام (1604) وهو العام الذي ظهرت فيه أول مشاهدة مفاجئة لما يعرف الآن بالنجم (المنفجر - Nova) إلى التصريح بأن ما تم هو عبارة عن آية من آيات الله (جل وعلا) لتشجيع سكان أمريكا الأصليين على اعتناق المسيحية، وعمل جاهداً على دعوة كافة المذنبين للتوبة.
- يعتبر الكثيرون (كبلر) الموجد الحقيقي لعلم البصريات الحديث معتمدين في ادعائهم هذا على حقيقة اقتراحه للنظرية الشعاعية للضوء والتي فسرت طبيعة تكوين صور الأشياء على شبكية العين.
- كما يعتبره الكثيرون أيضاً أول من فسر حقيقة ضرورة وجود العينين لإدراك البعد الثالث عند النظر.
- كتب قصة بعنوان (الحلم) والتي تعتبر من أقدم نماذج قصص الخيال العلمي.

## من أقوال العظماء:

منذ وقت طويل وأنا أحلم أن أكون قسيساً أدعو إلى الله، ولم أعرف طعم السعادة ولا الاستقرار خلال بحثي عن ذاتي بتلك الفكرة. ولكنني توقفت أخيراً وتخلّيت عنها تماماً ووجدت ضالتي واستقرت مشاعري...

لقد وجدت في علم الفلك ما أبتغيه، ليس الطريق إلى الله وحسب ولكن الوسيلة لدعوة الناس إليه أيضاً.

كبلر

Johannes Kepler, 1595 letter to German astronomer and mathematician Michael Maestlin  
مقتطف من رسالته إلى الفلكي والرياضي الألماني (ميشيل مايستلن).

يُذكر (كبلر) اليوم لفضله في وضع قوانينه الثلاث في حركة الكواكب، ولكن الحق يقال إن ذلك



العمل - على عظمته - يكاد لا يقارن بفضله وجهده في بحثه الأشمل لإثبات تناسق الكون وتناغمه. لقد ترك لنا (كبلر) نظاماً (فلكياً) شمسياً موحداً فاق بمئة مرة ما سبقه دقة وثباتاً.

Owen Gingerich, (Kepler), in Dictionary of Scientific Biography

مقتطف مما كتبه (أون كنكريش) عن (كبلر) في معجم سير العلماء الذاتية

لا ينبغي لنا بعد الآن استغراب إمكانيات هذا الكائن البشري الموضع الذي استطاع، وعن جدارة اكتشاف ما لم يقو الأرائل حتى على إدراكه. فلقد استطاع بفهمه ودقة حساباته التوصل إلى لذة التعرف على الله عز وجل، وذلك عن طريق إدراك (الرياضيات) وهي الوسيلة التي حكم بواسطتها (تبارك وتعالى) الكون وما فيه. كبلر

Johannes Kepler, Hermonice mundi (Harmony of the World), 1619.

مقتطف من كتابه (التناغم في العالم).

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

ولد [يوهانز كبلر (1571-1630) Johannes Kepler]، الفلكي والكاهن والمنجم الألماني الذي اشتهر بقوانينه التي وصف بها مدار الأرض الإهليجي وغيرها من الكواكب حول الشمس، في مدينة (فيل در ستادت - Weil der Stdt) في ألمانيا، تلك المدينة الساحرة التي أسهب (ماكس كاسبر - Max Caspar) مؤلف كتاب [كبلر - Kepler] في وصف جمالها الأخاذ ومناظرها الخلابة خلال فترة وجود (كبلر) فيها، حين قال:

((يا ليعك تشاهد، بدل أن تسمع عن هذه المدينة الفاتنة ذات الشوارع الصغيرة الرشقة

والنازل الجميلة المميزة بسقوفها المثلثة العالية وأبراجها المدببة الآسرة (والتي أحاطت

بسوق المدينة الفسيح النظيف الغني بما لذ وطاب). لقد ارتمت هذه (الأعجوبة) بل هذه

(الجمهرة) في أحضان الطبيعة الخلابة، ونامت على أعتاب (الغابة السوداء) مطمئنة

ومصانة بسورها المنيع ذي الأبواب المحصنة، محاطة بالحدائق الغناء والمروج الخضراء

والحقول النظرة والغابات المغمرة)).

دفع تمسك كبلر الشديد والتزامه (باللوثرية - Lutheranism)<sup>(1)</sup> ورفضه التحول إلى الكاثوليكية، إلى الانتقال من مكان إلى آخر هرباً من الاضطهاد خلال فترة حياته مضحياً بالكثير ومعرضاً نفسه وسلامته للخطر، ووظيفته للضياح.

أظهرت اعترافات (كبلر) المكتوبة أنه كان يعيش ضمن عائلة بسيطة بائسة، فكثيراً ما كان يصف والده هنريخ (بذي الميول الإجرامية) فقد التحق بمعسكرات المرتزقة حينما بلغ كبلر الثالثة من عمره، وفي عام (1588) هجر ولده الصغير إلى غير رجعة تاركاً مكان الأب شاغراً في شخصية (كبلر) الصغير وكيانه. أما أمه (كاثارينا - Katharina) فكثير ما كان يصفها بالعصبية والعناد وبذات المزاج السيء ولم يظهر أنه كان يكن لها حب الأطفال لأمهاتهم، ولكن الأحداث تخبرنا بأنه كان قد هب حينما احتاجت إليه لنجدتها عندما وصلت إلى مقصلة التعذيب، وخيّرت ما بين الموت حرقاً وما بين أن يطير رأسها وما بين الاعتراف!!.

لقد اتهمت كاثارينا عام (1617)، بممارسة السحر وهي أشنع تهمة يمكن أن يوصم بها شخص في ذلك الزمان. لم يتخل (كبلر) عنها وأمضى الشهور الطوال وهو يحضر مرافعة الدفاع القانوني عنها، وبعد معاناة طويلة نجح في مسعاه وأطلق سراح والدته. لم تكن جلسات محاكمة (كاثارينا) بالهينة فقد أراها ممثل الادعاء الويل حينما شرع بعرضها على العديد من آلات التعذيب الشنيع، وهددها بقسوته في استخدامها وضغط عليها بأسلته المحرقة محاولاً دفعها قسراً للاعتراف بجرمها. يصف (جيمس ا. كونور - James A. Connor) مؤلف كتاب (ساحرة كبلر) تلك

الحقبة الأليمة وما مر به (كبلر) نفسه من حالات نفسية وذهنية عصبية قائلاً:

((بعد الضغط والإجهاد البدنيين، جربّ جلاد (كاثارينا كبلر) أن يدفعها للانتهيار النفسي لتعترف؛ فبدأ باستعراض آلات القهر والعذاب أمامها، فهذه المخارز التي تخترق الجلد إلى العمق، وتلك خشبة الشد لفصل الأطراف عن الجسد واحداً بعد الآخر، وهناك أدوات الوشم

(1) Lutheranism - نسبة إلى (مارتن لوتر) السياسي الألماني الذي أدت تعاليمه إلى إيجاد المذهب البروتستانتي خلافاً للكاثوليكية الرومانية وبذلك قسم المسيحية الغربية إلى قسمين. (المترجم).



الجلدية التي سيحمي عليها في نار العذاب حتى يحمر لونها... مر الوقت بطيئا ثقيلًا و(كبلر) يلاحظ كل ذلك ويسجله لاستخدامه في دفاعه، وقد استشاط غضبا لا سبيل إلى تنفيسه فكظمه وتمسك بالصلاة والدعاء عسى أن تنجلي عنه وعن والدته تلك الغمة. لقد مر (كبلر) بتلك المحنة الحقيقية وكان قد بلغ عامه التاسع والأربعين، وقد كان [مع غاليليو غاليلي] من أعظم فلكيي عصره وأحد أباطرة الرياضيات الذي مكنته عبقريته من حساب المدارات الصحيحة للكواكب والكشف عن خفايا قوانين العدسات للعالم]، ولم يهن أو يستسلم في محاولاته لإيقاف الاستجواب، بل كان عنيذا صلبا بلا هوادة وفي ذلك أثبت أنه (ابن والدته حقاً)).

تم الإفراج أخيرا عن كاثاريننا وأنجلت غمتها في عام (1621) ويعود سبب ذلك لدفاع ولدها المستमित عنها، وإصرارها العجيب على عدم الاعتراف رغم ما عانته من ويلات وما رآته من تنكيل تحت طائلة التهديد بالتعذيب المريع.

اعترف (كبلر) بأن طفولته لم تمر بهدوء وسكينة فكثيراً ما كان (يُساء إليه)، فنشأ بشخصية مهزوزة لا ثقة له بنفسه فاعتقد أنه بشع الهيئة، دميم المنظر... وكان قد عانى معظم إن لم نقل كافة إخوانه وأخواته من غياب الأب ومشاكل الأم فلم يسلم أحد منهم من العلل النفسية أو البدنية فأصيب هو بتقوس الساقين (الكساح) وبعض الأمراض الجلدية كالدامل وعانى من ضعف البصر لبقية حياته. برزت عبقرية (كبلر) بقابليته الفذة على مقارنة ظروف حياته الصعبة والتغلب عليها منذ نعومة أظفاره، وبرغم الحياة الأسرية السامة التي عاشها فقد استطاع أن يحب المطالعة. درس علم الفلك في جامعة (توبنكن - Tubingen) ولم ينجح بمعدل أقل من الامتياز قط، حتى قُبل في الدراسات العليا وحصل على درجة الماجستير في عام (1591)، وبالنظر لظروف نشأته فقد صمم على دراسة علم اللاهوت<sup>(1)</sup> والانخراط في سلك الكهنوتية ليصبح قسا في كنيسة، ولكن مدرسيه ورآسة مدرسته في مدينة (Graz - كراز) في النمسا لم يألو جهدا عن

(1) هو علم دراسة الإلهيات دراسة منطقية عقلانية وهو الأسلوب الذي اتبعه علماء الدين المسيحيين لفهم الدين ومقارنته ببقية الأديان والتقاليد الأخرى.

ينقسم علم اللاهوت إلى عدة أقسام وفروع كاللاهوت العقائدي والأدبي والتاريخي والفلسفي والطبيعي وغيرها. (المترجم)

محاولة ثنيه عن دفن عبقرته وقابلياته في ذاك الطريق العقيم. وأخيراً استطاعوا إقناعه بدراسة الرياضيات وتدريسها في المدرسة اللوثرية<sup>(1)</sup> العليا الأمر الذي أدى فعلاً إلى انتقاله إلى النمسا وحصوله على منصب الأستاذ لتدريس الرياضيات وأعمال فرجيل<sup>(2)</sup>، ومن طريف ما يُذكر عنه أنه كان قد اشتغل بالتنجيم وقراءة الطالع ومعرفة المستقبل أثناء فترة بقائه في مدينة (كراز) الأمر الذي جعله معروفاً بالتنبؤ حول بعض الأحداث في العديد من المواضيع المختلفة التي تراوحت ما بين التنبؤ بالطغس إلى استشراف الأحداث السياسية، ولقد ساعده حسن طالعته في ذلك، فصدقت معظم نبوءاته الأمر الذي رفع من منزلته ودرجة احترامه لدى السكان!

ألف (كبلر) بعض الكتب التي عكس من خلالها وجهات نظره. فقد ذكر في كتابه الموسوم (القواعد الحقيقية لعلم التنجيم - De Fundamentis Astrologiue Certioribus) والمنشور في عام (1601) والذي أفصح فيه عن ميوله المتشككة بعلوم التنجيم التي كانت رائجة في ذلك الزمان قائلاً: (لا أعتقد بوجود أساس علمي حقيقي للتنجيم وقراءة الطالع فإني جازم الاعتقاد بأن للحظ دوراً كبيراً في مساعدة كل من يمارسه حتى وإن صدق، ولا غرابة في فشل معظمهم في أقوالهم وتوقعاتهم). وفي كتاب آخر بعنوان (التعرف إلى النجوم - Tertius Interveniens) نشره في نفس العام، أعرب عن وجهتي نظر متضاربتين حول الموضوع حين قال: (إن لعلم التنجيم لغرابة وإن لممارسته لسحر، فلا أعتقد أن على المفكر الحصيف أن ينفي تماماً احتمال بزوغ الحكمة والذكاء وإحاطة القداسة بعلم التنجيم حتى وإن ظهر موضوع مليء بالغموض غارق في الأساطير والخرافات، فقد تستطيع الدجاجة المجتهدة أن تنقب عن... وتجذب الذرة الذهبية داخل أكوام القمامة التنتنة).

فسر (كبلر) خلال حياته كلها شغفه بالعلم وابتكاره للأفكار المبدعة وكامل

(1) نسبة إلى القس لوتر - راجع الحاشية في الصفحة قبل السابقة.

(2) Publius Vergilius Maro - (70 ق.م. - 19 ب.م.) شاعر روماني كلاسيكي عُد واحداً من أعظم شعراء الأمبراطورية، واعتبرت (الانباتة - Aeneid) - التي نظمها - إرثاً وطنياً خالداً. بدأ حياته بدراسة الطب والفلك ثم تركهما إلى دراسة الفلسفة وفرض الشعر. وفرجيل (في الميثالوجيا الإغريقية) هو اسم الملاك الذي اصطحب الإنسان إلى ناطن الأرض ليريه الجحيم وأساليب وطرق تعذيب الكفار فيه. (المترجم).



دوافعه بأنها نابعة من رغبته الصادقة بالتعرف إلى الله (عز وجل) من خلال إيمانه به، فقد جاء ضمن ما ذكره في كتابه الموسوم: (الأسرار المقدسة للكون – The Sacred Mystery of the Cosmos) والمنشور في عام (1596) ما يلي: (كلي اعتقاد بتدخل وساوس الشيطان وتدخلها بأعماله وذلك لأني بالصدفة، وبالصدفة فقط كنت قد توصلت إلى ما لم أتمكن من الوصول إليه بالجهد والاجتهاد المستمرين. كما أعتقد أن نجاحي لم يكن ليتحقق لولا صلواتي المستمرة وابتهالاتي إلى الله (تبارك وتعالى) بأن يمن علي به).

استمد (كبلر) معظم تصوراتهِ عن نظام الكون من دراساته المستفيضة للأشكال الهندسية المجسمة المتناظرة في الفراغ. تسمى مثل تلك الأجسام بالبلاطونية (Platonic)<sup>(1)</sup> والتي سبق التعرف عليها ووصفها من قبل الرياضي الإغريقي الفذ [أقليدس – 325-265 B.C.]<sup>(2)</sup> والذي أثبت أن خمسة منها فقط تتمتع بأسطح متطابقة هي المكعب والهرم ثلاثي الأوجه ومجسم المعين ذو ثمان أوجه والخماسي باثني عشر وجهاً والمجسم بعشرين وجه مثلث. وعلى الرغم من غرابة ما تبدو عليه اليوم نظرية (كبلر) ومحاولاته لحساب المسافات الفاصلة بين الشمس وكواكبها، إلا أنه من المناسب أن نذكر أنه حاول التوصل إلى ذلك عن طريق دراسة أحجام وأبعاد الكرات التي يمكن إنشاؤها داخل تلك المجسمات آنفة الذكر، فعمل جاهد على رسم العديد من تلك الكرات الواحدة داخل الأخرى كحلقات البصل، فقد تصور ورسم مدار أقرب كواكب الشمس إليها، وهو عطارد وهو يلور في ضمن سطح أقرب كرة تحيط بالشمس... وهكذا. ومن الجدير بالذكر أن الكواكب التي كانت مكتشفة في زمانه لم تعد عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل، فلم يكن أورانوس ونبتون وبلوتو وأقماره قد اكتشفوا بعد!

(1) Platonic – نسبة إلى الفيلسوف الإغريقي القديم [بلوتو – أو أبو فراط] – (Plotinus 204-270 A.D.)، وهي عبارة عن خمسة أشكال مجسمة بأوجه متطابقة يلتقي نفس العدد منها عند كل رأس ويشق اسم كل منها من عدد أو جهة وهي 4 و 6 و 8 و 12 و 20 على التوالي. لقد سلبت هذه الأشكال أبواب المهتمين بالهندسة لجماليتها وتناظرها. (المترجم).

(2) Euclid – أو أقليدس من الإسكندرية (حوالي 300 ق.م) رياضي إغريقي عاش فترة حكم بطليموس (323-283 ق.م). ولقب بأبي الهندسة. ألف كتاب (العناصر)، أشهر كتاب في تاريخ الرياضيات والذي ظل يُدرس منذ تأليفه وحتى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين وهو ما سمي بكتاب الهندسة الإقليدية، وقد بناها على عدد من الفرضيات. له كتب أخرى عديدة في المنطق والمقاطع المخروطية والهندسة الكروية ونظرية الأرقام. (المترجم).

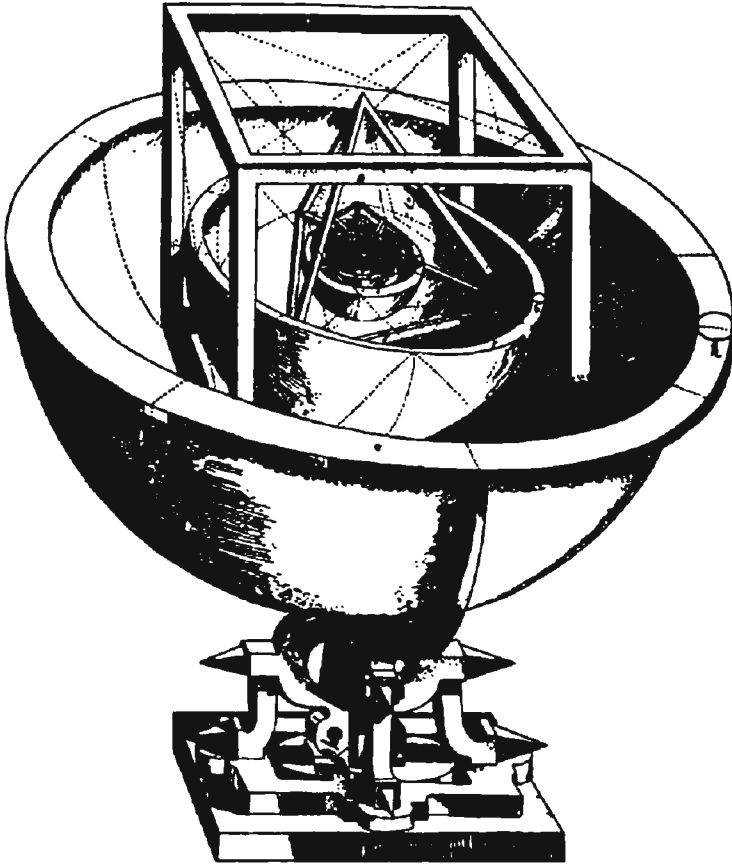
وإليك مختصر لكيفية تفسير (كبلر) لمسار الكواكب في دورانها حول الشمس وفق تصوره لنموذج الأجسام البلاتونية المجسمة وتطبيقاتها على نظامنا الشمسي كما جاء في كتابه (أسرار بناء الكون - *Mysterium Cosmographicum*):

((علينا أولاً وقبل كل شيء استبعاد كافة الأشكال غير المنتظمة من تصوراتنا وحساباتنا وذلك ببساطة لأننا مهتمون بالخلق المنتظم في الكون. فما يبقى لنا بعد ذلك هي الأشكال المجسمة الستة المتمثلة بالكرة والمضلعات المجسمة المنتظمة الخمسة الأخرى. تماثل الكرة السماء من فوقنا ومماثل نظامنا الشمسي كامل الكون بأشكاله المجسمة المنتظمة الست المذكورة، وعليه فلا بد لكوننا المنتظم أن يكون قد خلق على غط تلك الأشكال، فلا يوجد إلا ست كواكب لا غيرها. ولإيضاح ذلك فإنني أقسم الأشكال المجسمة المنتظمة (عدا الكرة التي بنيت على هيأتها السماء وانعكس ظلها على الأرض فصارت هي الأخرى كرة على شاكلتها وتدور في مدارها) إلى قسمين، يقع ضمن الأول (وهو القسم الأكبر) ثلاثة مجسمات وينضم إلى الثاني (وهو القسم الأصغر) مجسمان - يحتوي القسم الأكبر على المكعب ذي الستة أوجه (الهيكسايدرون - Hexahedron)، والهرم ذي القاعدة ثلاثي الأوجه (الترهايدرون - Tetrahedron) والمجسم ذي الاثنى عشر وجها مضلعا خماسيا (الدوديكا هيدرون - Dodecahedron)، ويحتوي القسم الأصغر على المعين المجسم بثماني أوجه مثلثه (الاوكتاهيدرون - Octahedron)، والمجسم ذي العشرين وجها مثلثا (الايكوزاهيدرون - Icosahedron)، (انظر الشكل التوضيحي أدناه) وعليه ولاعتبار أهم جزء في الكون وهي الأرض - حيث عكس الإله (سبحانه) صورته بخلقه الإنسان على شاكلته فيها - فلا بد لها أن تكون الفاصل بين المجموعتين من جهة، وأن تتخذ شكل السماوات العلأى أن تدور بمدار كرة كالسمااء تماما (حيث الإله سبحانه) وينتج عن ذلك ضرورة تواجد أشكال المجموعة الأولى قبل الأرض، وتواجد أشكال المجموعة الثانية بعدها وأبعد منها. وبناء على ذلك فإنني قد هديت إلى الحل النهائي لمعمار الكون، فمن الأعلى إلى الأسفل أو من الخارج إلى الداخل ينتظم المكعب



ليمثل زحل، والهرم الثلاثي ليمثل المشتري الذي يليه، ثم المجسم ذي الاثنى عشر وجها والهرم الثلاثي ليمثل المريخ. ثم تأتي الأرض على شاكلة السماء لمدارها الكروي، وإلى الداخل منها الزهرة لتتخذ شكل المجسم ذي العشرين وجها. وأخيرا يأتي الجرم الأقرب إلى الشمس، وهو عطارد بمداره الذي يشبه المعين المجسم بثماني أوجه مثلثة)).

ولغرض توضيح آرائه وإثبات نظريته عمد (كبلر) إلى رسم المخطط، (ووضع المجسم) الذي يبين الكرات المرسومة داخل الأشكال البلاتونية المجسمة المتدرجة في الصغر.



نموذج يوهانز كبلر البلاتوني المجسم للنظام الشمسي نشر في كتاب أسرار بناء الكون (Mysterium Cosmographicum) المنشور عام (1596)

فبعد السماء الكروية التي تحيط به يأتي المكعب، داخل المكعب كرة يليها الشكل المجسم

التالي وهو الهرم الثلاثي تليه كرة أخرى يليها المجسم ذو (12) وجها المنتظم والذي يمثل الفراغ بين المريخ والأرض، ثم يليه ذو (20) وجها الذي يمثل الفراغ بين الأرض والزهرة وأخيرا يأتي المجسم المنتظم المعين ذو (8) أوجه الذي يحتل الفراغ ما بين الزهرة وعطارد... لقد مثلت الكرات (لكبلر) الفراغات المنتظمة الفاصلة بين الكواكب.

ولو استثنينا ما توصلنا إليه اليوم من علوم متقدمة في الفلك ولو أجرينا القليل الضئيل من التنازلات المنطقية والرياضية لو جدنا أن نموذج كبلر (الغريب!) سالف الذكر كان قد مثل آنذ توصيفا مقاربا مقبولا جدا لنظامنا الشمسي آخذين بنظر الاعتبار المعلومات الفلكية المتوفرة في زمنه.

لقد أتخف (كبلر) عمله ونماذجه بالعديد من القوانين والمعادلات التي بينت علاقة الفترة الزمنية اللازمة لكل كوكب لإكمال دورته حول الشمس (أي لإكمال سنته الكوكبية الخاصة به وحسب بعده عن الشمس)، وقد بين بوضوح أن سنة الكواكب الأبعد عن الشمس لا بد وأن تكون أطول من سنة تلك الأكثر قربا منها. لقد أوعز (كبلر) تلك الظاهرة لضعف (القوة الدافعة الشمسية) كلما ابتعدت الكواكب في مداراتها عنها.

ذكر (اون كنكريش - Owen Gingerich) في معجم سير العلماء الذاتية أهمية الخطوة التي خطاها (كبلر) في تقدم الفيزياء والمفارقة التي صاحبت كتابه وذيوع شهرته ما نصه: ((لا يشك أحد اليوم بالأغلاط العلمية البينة التي جاء بها كتاب (كبلر) المعروف باسم (أسرار بناء الكون)، والذي أمكن اعتباره الكتاب الوحيد الذي تمكن بالرغم من الأخطاء الجسيمة التي تضمنها، أن يؤثر ويوجه منحى العلم الحديث. كما لا يشك أحد أيضا بأن أهمية (كبلر) ومنزلته العلمية العالمية اليوم لا بد وأن تكون قد نبعت من حقيقة كونه أول من أسس لاستخدام التفسيرات الفيزيائية وجوب توظيفها لتفسير الظواهر الكونية)).

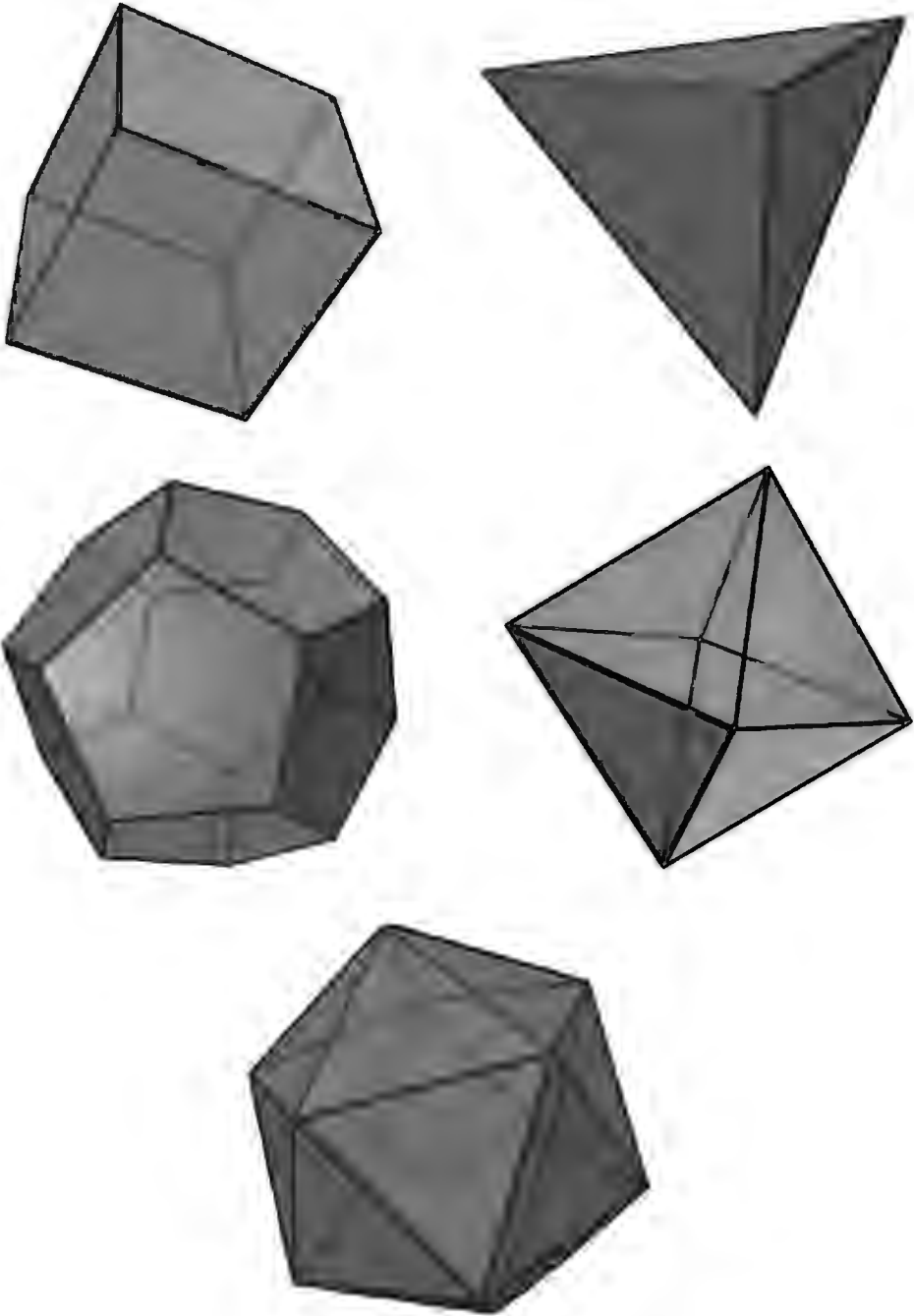
ولالأحباء القراء المهتمين بالاستزادة في معرفة طبيعة الأجسام (البلاتونية) والتعرف على صفاتها وضعت الجدول رقم (3) والذي يتضمن اسم كل جسم منها وعدد أسطحه وشكلها وعدد الأسطح المتقابلة بالرؤوس وعدد رؤوسها وعدد أحرفها (حافاتهما): والحافة هي الخط المشترك بين كل سطحين متجاورين فيها) و (محتويها) ويعني بذلك الشكل البلاتوني الذي



يمكن أن يُرسم خارجها بتوصيل مراكز أوجها جميعا مع بعضها.  
يعود تاريخ الأجسام البلاتونية ونسبتها إلى أفلاطون الذي وصفها في كتابه الجليل الـ  
(تيمايوس Timaeus)<sup>(1)</sup>، والمعروف باسم الـ (سركا - Circa)<sup>(2)</sup> حوالي سنة 350 ق.م  
الجدول رقم (3)

أسماء وخصائص الأجسام البلاتونية							
اسم الجسم	اسمه باللاتينية	عدد اضلاع	شكلها	عدد الأوجه عند القمة	عدد الرؤوس	عدد الأحرف	محتويها
هرم ثلاثي بقاعدة	Tetrahedron	4	مثلث منتظم	3	4	6	هرم ثلاثي بقاعدة
مكعب	Cube	6	مربع	3	8	12	معين مجسم ثماني الأوجه
معين مجسم ثماني الأوجه	Octahedron	8	مثلث منتظم	4	6	12	مكعب
مجسم ذو 12 وجها خماسي منتظم	Dodecahedron	12	خماسي منتظم	3	20	30	مجسم ذو 20 وجها مثلث منتظم
مجسم ذو 20 وجها مثلث منتظم	Icosahedron	20	مثلث منتظم	5	12	30	مجسم ذو 12 وجها خماسي منتظم
يضمين — الأجسام (البلاتونية) الخمسة ومواصفاتها وخصائصها							

(1) Timaeus - كلمة إغريقية مرادفة لصفة (الشرف والعلو والسؤدد) بمعنى الشرف وقد أطلقت اسما. (المترجم).  
(2) الكتاب الذي ألفه أفلاطون وجاء فيه على ذكر الأجسام الثلاثة وتعني باليابانية الثنائين الأسطورية الثلاثة (يو-جي - او!!!) (Yu - Gi - Oh). (المترجم).



مجسم الأشكال (البلاتونية) الخمسة



ولقد تعرف الرياضي الإغريقي الشهير فيثاغورس والذي عاش في مدينة (ساموس - Samos) حوالي سنة 350 ق.م. (والذي كان قد عاصر كل من بوذا وكونفوشيوس)، على ثلاثة من تلك المجسمات المنتظمة الخمسة وهي (المكعب والهرم والمجسم ذي الـ (12) وجها خماسي منتظم).

ومن الجدير بالذكر أن بعض أشكال الأجسام (الأفلاطونية) تلك كانت قد وجدت منقوشة على صخور قديمة في أسكوتلاندا وقُدرت أعمار إقامة دوارسها بما يقارب الألف الثانية ق.م. لقد بحث كبلر في كتابه (أسرار بناء الكون) الحياة في الفكرة الإغريقية القديمة القائلة بوجود خالق للسموات يحكمها بواسطة قوانين هندسية بسيطة. ولقد حاول كذلك مشاركة حكماء وعلماء زمانه أفكاره فأرسل في عام (1597) نسخة من كتابه ذاك إلى (غاليليو) الذي لم يعره اهتماما كافيا، وأجاب (كبلر) بأنه لم يطلع إلا على المقدمة. كما أرسل نسخة منه إلى (تايكو براه - Tycho Brahe)، والذي أشاد بذلك العمل وقد أعجبه بالخصوص مبادرته (لنسخ وإنشاء) الأشكال المجسمة متعددة الأوجه ووصف فكرتها (بالاستنباط الذكي).

ذكر الكاتب (كنكريش - Gingerich) الشيء الكثير عن معاناة كبلر في زواجه وحياته الاجتماعية وتمرره بحياته الخاصة وإليك مقتطف مما كتبه:

((مارس كبلر (العاسفة) حتى عهدها وتعود عليها وعاشر الحزن في حياته حتى ألفه وحن إليه، وظن أن في زواجه الثالث من فتاة أحلامه (باربارا مولر - Barbara Muller) سيكون بلسمه الشافي بعد أن ترمل مرتين قبلها وقاسى الأمرين من الوحدة والبؤس من زيجاته وبدونها!.. إلا أن طالعه السيئ أبى إلا أن يشابه حظ العلماء العاثر في حياتهم الخاصة، فسرعان ما ملها بعد أن تبخرت أيام سعادتهما الأولى فصار لا يطيقها بعد أن أدرك ضحالة تفكيرها وبساطتها وعدم معرفتها بما يجول بخاطرهم فضلا عن مشاركتهم بأفكارهم وفهمهم وتشجيعه على الاستمرار بها. وقد بلغ تمرمه بها أن وصفها (بالبدينة، البليدة والمضطربة عقلا وعملا) ومما زاد في محنته وأساه فقدها لاثنتين

من أولاده في وقت مبكر، الأمر الذي انعكس سلباً على حياته وزاد من طينتها بلاءً).

بدأ كبلر حياته المهنية عام (1600) كأحد مساعدي (براه) وعضواً في فريق بحثه في قلعته ومرصده قرب مدينة براغ (Brague). هناك اجتهد (كبلر) في دراسة كوكب (المريخ) في مداره، ولما توفي براه في العام التالي (1601) عُيِّن (كبلر) خلفاً له وحاز على منصبه كالرياضي المتميز في ذاك المرصد. لقد شغلت (الشمس) وكيفية سيطرتها على حركة الكواكب حولها باله ولم تغب محاولة تفسير تلك الظاهرة عن ذهنه، وأخيراً اهتدى إلى فكرة قابلية الشمس على توليد نوع ما من القوة المغناطيسية الهائلة والتي لها قدرة السيطرة وتسيير الكواكب من حولها. لقد كان كبلر دائم التفكير بأن عظمة الكون وبساطته ودقته لا بد وأن تشابه - وبشكل ما - ساعة عظيمة دقيقة الحركة مضبوطة السياق، تعتمد في حركتها على قوى مغناطيسية من نوع ما عليه اكتشاف كنهها وتفسير ماهيتها فكذب يقول: (لا بد وأن تكون حركة الكون في جوهرها - والكون في زمانه لم يكن يتعدى الشمس وكواكبها الست من حولها حسب المفهوم العلمي والكنسي المقبول آنذاك - متأثرة بقوة مغناطيسية تسييرها كما تنتج حركة كافة أجزاء الساعة من الثقل البسيط المعلق بها).

وبعد ثلاث سنين من العمل الجاد تمكن كبلر من التوصل إلى صياغة قوانينه الشهيرة الثلاث والتي فسّر بموجبها حركة الكواكب حول الشمس، رغم عدم إدراكه الصحيح لكنهن الجاذبية ولا لطبيعتها وطريقة عملها، الأمر الذي استوجب الانتظار لسنين طوال قبل أن يأتي (نيوتن) ويكشف ما غاب عن (كبلر).

ومن المحطات المهمة في حياة (كبلر) المهنية والاجتماعية تتوقف عند عام (1605) حيث نشر مقالته المهمة بعنوان (النجم الجديد - The Nova) والذي ظهر في السماء لا عين المراقبين.

وفي عام (1606) نشر كتابه الشهير والذي حمل ذات العنوان (النجم الجديد - De Stella Nova) والذي أفاض فيه بذكر توقعاته حول النجم الجديد وشرح أهمية ظهوره في (تلك الفترة بالذات) وآمن من أعماقه بأنه ظهر لتحقيق أمور ثلاث:-



الأول: تسريع تحويل هنود أمريكا الجديدة الحمر إلى المسيحية.

والثاني: الإيدان بظهور المسيح.

والثالث: التقديم لبوادر، والتبشير بقرب أفول الإسلام.

وفي عام (1609) نشر كتابا آخر بعنوان (الجديد في علم الفلك - Astronomia Nova) والذي شرح فيه نظرياته حول مدارات الكواكب تلك التي صارت تعرف اليوم بـ (قانوني كبلر الأول والثاني لحركة الكواكب).

توفيت زوجته (باربارا ميلر) في عام (1611) ولكنه سرعان ما اقترن بغيرها بعد سنتين. تلك كانت الفتاة (سوزانا روتنكر - Susanna Reuttinger) ذات الأربع والعشرين ربيعا. غمز المتقدمون واللاحقون (كبلر) بعين الحسد لحسن طالعها في اختيار جميلته (سوزانا) الأمر الذي أكد ظنهم بكونه هو نفسه نجما ساطعا وفارسا لأحلام الكثيرات ممن عاصرته كونه الفلكي الضليع بعلم النجوم والشخصية الاجتماعية التي أبهرت كل معاصريه. وهنا يعود مؤرخه (كنكريش - Gingerich) لتسليط الضوء على تلك الحادثة من خلال مراجعته لرسمية كتبها (كبلر) بنفسه لأحد النبلاء فيقول:

((لقد افاض (كبلر) بوصف (الصف) الجميل، والطويل من فانات عصره الإحدى عشرة، واللاتي اصطفتن أمامه بكل غنج ودلال، ومنحن أنفسهن له لاختيار إحداهن قرينة له. وشرح أيضا الإرادة والعطف الإلهي الذي ألهمه الرجوع للاهتمام بالنساء مرة أخرى لاختيار زوجته الخامسة، والتي وإن كانت دورته بكثير من نواحي المستوى الاجتماعي والثقافي والعائلي إلا أنه عاش معها أسعد زيجاته رغم امتداد يد القدر لاختطاف خمسة من أولاده السبعة الذين أنجبهم منها)).

شهد عام (1618) نشر كبلر لكتابه العظيم (الكون المتجانس - Harmonice Mundi) بأجزائه الخمسة التي ضمت آراءه ونظرياته وتوقعاته حول الكون ومحتوياته وأهم معالمه كالموسيقى (بتجانسها وإيقاعاتها) والهندسة (وما تشمله من مضلعات مستوية ومجسمة) وعلم الفلك (وما تضمنه من شرح قانونه الثالث فيه) والتنجيم (وما تفعله مواقع

الكواكب في السماء في حياة البشر على الأرض، وما تؤثره في أرواحهم). لقد شبه (كبلر) أمواج البحر في كتابه ذلك بتردد تنفس كائن عظيم، وقد أعجب هو ذاته بكتابه ذلك أيما إعجاب، والذي اعترف أنه في كتابته له كان قد أسلم لب روحه، وعصارة قلمه (وبكامل إرادته) للهِالة المقدسة التي ألهمته إياه.

وكان قد آمن إيماناً عميقاً بصحة ما جاء هو به وبكونه ينبع عن الإلهام وحسن الطالع والتقرب إلى الله إلى الدرجة التي أكد فيها (أنه بالإمكان قراءته وفهمه الآن أو في المستقبل، وما لا يفهم منه الآن سيفهم في قادم الأعوام، لا ضير في ذلك فبإمكان كتابي الانتظار قروناً لمن هم أهل لقراءته وفهمه).

في عام (1927) نشر كبلر كتاباً بعنوان (الجدول الأساسية - Tabulae Rudolphinae) جاء فيه على ذكر الكثير من جداول الفلكية والمعلومات التي كان قد استخدمها الفلكيون لما ينيف عن مئة سنة خلت. وتضمن الكتاب كذلك مصنفات (براه) لمئات من مواقع النجوم. أما إبداعه في مجال (الخيال العلمي) فكان روايته القصيرة (الحلم) والتي تصف رحلة خيالية قام بها شاب اسمه (ديوراكوتس - Duracotus) إلى القمر. وقد قام بكتابتها فعلاً

في عام (1609) وأرسل نسخاً منها إلى أصدقائه ومعارفه. وقد استخدم هذا الكتاب بضراوه وقسوة لإثبات تهمة السحر على والدته وذلك لأن (صائدي الساحرات) في ذلك الوقت كانوا على علم باحتوائه على مناقشات دارت بين بطل القصة وبعض (الشياطين) الأمر الذي اعتبر دليلاً ضدها أثناء محاولة انتزاع اعترافاتها. ولم يتمكن ابن كبلر المدعو (لودفك كبلر - Ludwig Kepler) من نشر الرواية كاملة إلا بعد وفاة والده بأربع سنين وذلك في عام (1634). و(الحلم) رواية ممتعة تنقلك إلى أجواء الفضاء والرحلات الفضائية ولكن بعقلية وبنكهة القرن السابع عشر. لقد أشيع عن السفر في الفضاء آنذ خطورته وبعده ونصبه وإرهاقه، ولذلك كان على رواد فضاء ذلك الزمان الخلود للنوم والاستكانة وإن استوجب الأمر إعطاءهم جرعات مضاعفة من المخدرات لحمايتهم من صعوبات الانطلاق. وروعي في جلوسهم ترتيب أطرافهم بصورة تحد من تأثيرها بالشد والضغط الناجمين عن



تعبيل الطيران والسفر. أما سكان القمر فقد تم تصويرهم كأفاعي هائلة الأحجام عظيمة الأجسام بجلود مثقبة مخزومة كالغربال. لقد حرص كبلر (مرعاة لشعور قرائه) على حذف كل المعادلات الرياضية الصعبة من روايته تلك، ولكنه حرص في المقابل أيضا على تضمينها بعض الحسابات الفلكية ذات العلاقة، إمعانا في الإثارة والمتعة وكان ذلك هو المقصود من روايته الخيالية تلك.

توفي كبلر ودفن في مدينة (ريجنسبرك - Regensburg) في عام (1930) وطمس قبره بعد سنتين خلال (حرب الثلاثين)<sup>(1)</sup>.

لم يبق لا (لكبلر) ولا لرفاته أثر اليوم، ولكن العلماء كرموه بإطلاق اسمه على إحدى فوهات القمر وهي بقطر (31 كيلومترا) تخليدا لذكراه. وقد صادقت الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين على تلك التسمية في عام (1935). كما أطلق اسمه أيضا على إحدى فوهات كوكب المريخ للغرض ذاته.

يذكر (كبلر) اليوم وبفخر ليس بسبب قوانينه الثلاثة لحركة الكواكب فحسب، بل وتُعزى إليه العديد من المعادلات الشهيرة والمهمة كـ (معادلة كبلر المدارية) والتي يمكن التعبير عنها رياضيا بالشكل التالي:

$$M = E - e \times \sin E$$

حيث تمثل فيها  $e$  - مقدار التعجيل لمدار الكوكب الاهليجي و  $M$  - معدل مقدار الحركة الزاوية للكوكب حول الشمس (وقد تسمى أحيانا معدل الزيف).

و  $E$  - مقدار الزاوية الإضافية (وقد تسمى أيضا مقدار الزيف الزاوي عن المركز). ويمكن الاستفادة من هذه المعادلة لحساب العلاقة بين إحداثيات قطبي أي كوكب والوقت

(1) The Thirty Years War - واحدة من أشنع الحروب التي خاضتها أوروبا وأكثرها ضراوة ووحشية وتدميراً، امتدت ما بين عامي (1618 - 1648). حرقت نازها أوروبا بأسرها وإن كانت قد بدأت أصلا في ألمانيا. تقارب خلالها الكاثوليك والبروتستانت لأهداف دينية ظاهرا واقتصادية حقيقية. (المترجم).

المنصرم اعتباراً من نقطة مرجع محددة.

كما وضع معادلة مهمة أخرى سميت بـ (معادلة لوغارثم كبلر). ويمكن التعبير عنها بلغة اللوغارثم الرياضية الحديثة كما يلي:

$$\log_{\text{Kepler}}(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} 2^n \left[ 1 - \left( \frac{x}{10^5} \right)^{\frac{1}{2^n}} \right] \cdot 10^5$$

بين كل من (ارنست آبيرز - Ernest Abers) و (شارل ف. كنل - Charles F. Kennel) في كتابيهما المعنون (في المادة والحركة) استحالة تحقيق كبلر لما حققه من إنجازات علمية فلكية هائلة لولا اعتماده على كميات هائلة من المعلومات والملاحظات الدقيقة التي توصل إليها وسجلها غيره. ولما كان اعتماد العلماء بعضهم على بعض واستخدام أحدهم لنتائج الآخر من نافلة المنحى العلمي العام، فلا ضير من أن يسلك (كبلر) كغيره مثل هذا الدرب. ولكن المهم في الموضوع هو تأثير العلم أيما تأثر بما قام به وبما توصل إليه، الأمر الذي عزز الاعتقاد الناشئ بقابلية الرياضيات على التعبير - بدقة ووضوح - عن المشاهدات الكونية الأمر الذي مهد لقبول وترسيخ فكرة الكون الفسيح المترمي الخاضع لذروة الحكمة والانضباط والملي لأدق قواسم الحبكة والنظام.

لقد حبا الله (سبحانه وتعالى) الإنسانية فرداً امتاز بقدرة هائلة على المجادلة والصبر إلى الدرجة التي مكنته من دراسة وتمحيص جبال الملاحظات وأكوام المشاهدات التي أنجزها أستاذه (تايكو براه - Tycho Brahe) واستخراج خلاصتها على شكل التفسير المبسط لحركة الكواكب.

لم يأل (كبلر) جهداً في دراسة كل ما وقعت عليه عيناه من ملاحظات ومعلومات خلفها له أستاذه الرياضي اللامع (براه) ولولا استناده إليها ومطابقتها لما جال في ذهنه بخصوصها لظل كبلر عبقرياً تائهاً في خضم أفكاره المشتتة (السابقة لعصره)، ولما حصل على الشرف والسؤدد اللذان رافقاه إلى يومنا الحاضر.

من رحم تعارفهما ومصادفة عملهما المشترك ولد الكون المتناسق الجديد.



## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Abers, Ernest, and Charles F. Kennel, *Matter in Motion* (Boston, Massachusetts: Allyn & Bacon, 1977).

Caspar, Max, *Kepler* (New York: Dover, 1993).

Connor, James, *Kepler's Witch: An Astronomer's Discovery of Cosmic Order amid Religious War, Political Intrigue, and the Heresy Trial of His Mother* (San Francisco, California: HarperSanFrancisco, 2005).

Gingerich, Owen, "Kepler," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

Stephenson, Bruce, *Kepler's Physical Astronomy* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

يعرف (المسيحيون) بأن المبادئ الرياضية والتي بموجبها قد ضبط نظام الكون إنما هي هبة من الخالق عز وجل، لقد جعل المولى (جل وعلا) من الأشكال الهندسية نموذجاً لخلق الكون على غرارها ما أريد أن أقوله هنا: هو أن عظمة الخالق عز وجل وبديع صنعه ودقته لم تكن لتصل إلى بني البشر عياناً بعيون رؤوسهم وإنما وصلتهم ضمناً بعيون ضمائرهم وإدراكهم وفهمهم للرياضيات.

### كبلر

Johannes Kepler, *Harmonice mundi* (Harmony of the World), 1619

مقتطف من كتابه (تناسق العالم).

لعل الكشف عن قوانين جديدة للفيزياء وجسيماتها قد أوقف مؤقتاً (بغض النظر عما سنبذله من جهد في هذا السبيل وما نخصص له من أرصدة ونصمم له من تجارب) ولن يكمل مشواره إلا الحضارة آتية جديدة ذكية ستفهم أصول وقوانين لعبة الشطرنج الكونية والتي لا يمثلون هم فيها إلا يادقها.

### جونسون

Georg Johnson, "Why Is Fundamental physics So Messy?", *WIRED* magazine, February 2007

مقتطف من مقاله (لم على الفيزياء الأساسية أن تكون بهذه الفوضى؟)

لقد عشق (غاليليو) الشجار والتهكم على معاصريه ومناوئيه منهم خاصة، فكان يسميهم بـ (امعات الفكر)، أو بالذين يصعب على الحصيف تسميتهم بـ (البشر الأسوياء). لقد رفض اثنان من الأساتذة

المعاصرين له مجرد النظر خلال تلسكوبه لمشاهدة ما شاهده هو من كواكب ولما مات أحدهم بعد فترة كتب غاليليو في رثائه ما يلي:

يعز علي فراق زميلي الأستاذ الذي آل على نفسه أن لا ينظر بتلسكوبي إلى الكواكب ولا يقترب منه عندما كان حياً يُرزق على الأرض، كلي أمل أن يعيد الموت إليه صوابه فيستطيع مراجعة نفسه ويعدل عن رأيه عندما يحط به الرحال هناك، أقرب إليهن في السماء!!

داهنز

James C. Davis: The Human Story

مقتطف من كتابه (قصة الإنسان)

رفض (غاليليو) رفضاً قاطعاً إعارة أي من تلسكوباته (لكبلر). علماً بأنه كان قد أهدى العديد منها إلى الكثير من الساسة والمشاهير... ولما ترأس معه كتب له عن اكتشافاته ومشاهداته بصيغة مبهمّة مغشاة كي لا يتمكن (كبلر) من فهم أي من طلاسمها. وبعد حين قرر (غاليليو) قطع كل اتصال له مع غريمه حتى أنه تجاهل تماماً كتابه الشهير (علم الفلك الجديد Astronomia Nova) بما فيه من معلومات مهمة أصيلة عن المدارات الإهليجية.

شرماخر

Thomas Schirmacher: (The Galileo Affair, History or Heroic Hagiography?)

Technical Journal, April, 2000.

مقتطف من كتابه (غاليليو - التاريخ أم سيرة حياة علم)

آمن (غاليليو) وتشبث بالدفاع عن النظام الأرثوذكسي التقليدي (لكوبر نيكوس)، ولكن الخطأ القادح الذي ارتكبه والذي أعمى بصيرته وجره إلى (الانتحار) العلمي، هو إهماله تماماً لأفكار وأعمال (كبلر) والذي آثر وقبل ذلك بما ينيف عن قرن من الزمان التحلي عن موضوعه الـ (إبيسيكل - Epicycle)<sup>(1)</sup> ولذلك ظل غاليليو أسير محاولاته العقيمة لإجبار العالم بقبول نموذج

(1) Epicycle - هو نظام هندسي يوضح الاختلاف في السرعة والاتجاه لحركة القمر والشمس والكواكب الظاهرية حسب مفهوم بطليموس لعلم الفلك، وضعها ابولونيوس في القرن الثالث ق.م. وصقلها بطليموس في القرن الثاني ب.م. وتفسر التفهيم في حركة الكواكب الخمسة المعروفة آنذاك. كما تفسر ظواهر الاختلاف الحادث في المسافات الفاصلة بين الأرض وبقية الكواكب. وترسم باختصار كلواثر متراكبة. (المترجم).



(أرجوحة الهواء)<sup>(1)</sup> ذات الدواليب الثمان والأربعين كالتمثيل الواقعي الوحيد لحقيقة الفيزياء في الكون، وفشل في ذلك فشلا ذريعا.

كوستلر

Arthur Koestler, the Sleep walkers, A History of Man's Changing Vision of the Universe.

مقتطف من كتابه (الساثرون في المنام - قصة تاريخ تغيير مفهومنا عن الكون)

(1) Eerris Cycle - أرجوحة الهواء المكونة من دولاب دولاب دوارة للتسلية مقام على روافد تسنده من الجانبين - إحدى آلات التسلية. (المترجم). التشبيه هنا للتهكم

## قانون سنيل للانكسار

### Snell's Law of Refraction

✿ هولندا 1621:

يعرف قانون سنيل كما يلي:

تعتمد زاوية انكسار الضوء المار خلال وسطين على معاملي انكسارهما.

**معاور ذوات علاقة:**

يوهانز كبلر (JOHANNES KEPLER) ومعادلات مكسويل (MAXWELL'S EQUATIONS)

**من أحداث عام 1621:**

- حاول الإنكليز استعمار كل من (نوبا سكوتيا - Nova Scotia) و(نيوفوندا لاند -

Newfoundland).

- زُرعت البطاطا - ولأول مرة - في ألمانيا.

- أبحرت الباخرة العملاقة المسماة زهرة مايو (Mayflower)، ولأول مرة من

مستعمرة (بلاموث - plymouth) في أمريكا الشمالية إلى إنكلترا في رحلة مرجعة.

### نص القانون وشرحه:

ينحني الضوء المار في الهواء - أو ينكسر - حينما يمر إلى وسط آخر كالزجاج، بمعنى أن تُعاني الموجات الضوئية (انكساراً) أو تغييراً في اتجاه مسارها سببه التغيير في إزاحتها، فمن المعلوم حدوث الانكسار عادة عند انتقال أشعة الضوء من وسط إلى آخر، وذلك لأن من خاصية كافة المواد الشفافة للضوء أن تبطئ من سرعته حينما يعبر خلالها مقارنة بسرعهه الثابتة في الفراغ، ويحدث الانكسار عملياً عند خط تماس الوسيطين، (عند خط تماس الهواء بالماء مثلاً) فعنده تتغير إزاحة الموجة ويُغير الضوء من اتجاه مروره، كما يتغير طولها الموجي وما يبقى ثابتاً ولا يتغير عند نقطة تماس مرور الضوء من وسط إلى آخر هو مقدار ذبذبه فقط.



هناك مبدأ مهم في ظاهرة انكسار الضوء لا بد من فهمه قبل مواصلة شرح الموضوع ألا وهو مبدأ إزاحة الطور (Concept of phase Velocity). تصور شكلاً مبسطاً لحركة جيبية (Sinusoidal) يتولد من حركة قطعة خشب إلى جهة اليمين، تُعرف إزاحة الطور لتلك الخشبة - وببساطة - بسرعة تحركها إلى اليمين لا أكثر! ولكن تصور ذهابك إلى البركة العذبة المجاورة لمنتجعك الريفى، حيث ترى ورقة شجرة طافية على سطحها الهادئ البراق، الآن وعمجد رميك لحصاة صغيرة إليها ستولد سلسلة من الموجات تنتشر في البركة إلى أن تصل إلى الورقة فتتحركها عمودياً بذبذبة مستمرة إلى حين... أن سلسلة الموجات المتعامدة مع ذبذبة الورقة ستتحرك إلى اليمين بإزاحة طور مقدارها ( $Vp$ ) تماماً كما تحركت قطعة الخشب إلى اليمين - حتى وإن لم تتحرك ورقة الشجرة جانباً أبداً، وتبقى في صعودها ونزولها العامودي فقط.

في خلال زيارة بعض الشباب لي في منزلي، وددت تفسير ظاهرة الانكسار لهم بوضع أحد أصابع يدي في حوض أسماكى والذي كنت قد وضعت لتوي فيه سمكة جديدة غريبة. والآن وبالنظر لتباين معامل انكسار الضوء في الهواء (والبالغ 1.0003) عن معامل انكساره في الماء (والبالغ 1.33) فإن الضيوف الذين أدهشتهم حركة وضعي لأصبعي المستقيم في الحوض سيلاحظونه وكأنه قد انحنى بشدة عند حافة سطح الماء. وقبل أن تتمكن سمكتي الجديدة من قضم أصبعي استطعت أن أفسر لهم بأن ما يرونه من (انكسار) في أصبعي المستقيم ما هو إلا نتيجة لانكسار (أو لانحناء) أشعة الضوء الواردة إلى أعينهم عند مغادرتها الماء إلى الهواء قبل أن تصل إليهم، وكتبت لهم بسرعة على محرمة ورقية صغيرة القانون التالي:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2).$$

وشرحت لهم بأنه القانون الذي يسمى باسم (قانون سنيل) والذي يستعمل لحساب درجة (انكسار) الضوء عند مروره من الهواء إلى الماء. (بامكانك إجراء التجربة السابقة بأمان أكثر بإدخال قلم رصاص إلى حوض الأسماك بدل أصبعك العزيز!).

هنا يمثل كل من ( $n_1$  و  $n_2$ ) معاملي انكسار الوسط الأول والثاني على التوالي وتسمى الزاوية المحصورة بين شعاع الضوء الساقط والعمود على خط تماس الوسطين بزاوية السقوط ( $\theta_1$ )، وعند

اخترق شعاع الضوء للوسطين بانتقاله من الوسط الأول إلى الوسط الثاني فإنه سينحني بزاوية مقدارها  $(\theta_2)$  وهي الزاوية الناشئة أيضاً ما بين خط تماس الوسطين والعمود القائم عليه وتسمى بزاوية الانكسار. لنتذكر بأن المقصود (بالانكسار) هو انحناء مسار موجة الضوء عند دخولها لوسط ما يعمل على تغير سرعتها، وعليه فيمرور الضوء من وسط (سريع) إلى وسط (بطيء) فإن ظاهرة (الانكسار) تعمل على حرف شعاع موجة الضوء باتجاه خط الأصل (وهو العمود الخيالي المقام على خط التماس بين الوسطين). ويعتمد مقدار الانحراف أصلاً على معاملي انكسار الوسطين ( $n_1$  و  $n_2$ ) ويُفسره كميًا قانون (سنيل).

بإمكاننا وصف معامل انكسار أي مادة ( $n$ ) كالماء أو الهواء أو الزجاج بأنه العامل الذي يُعطى (إزاحة طور - Phase Velocity) الأشعة الكهرومغناطيسية داخلها نسبة إلى إزاحتها في الفراغ، ويعتمد معامل الانكسار هذا - بالطبع - على الطول الموجي للإشعاع المعني بالدراسة. وفيما يلي معاملات انكسار بعض المواد المألوفة لشعاع بطول موجي مقداره (589.3) نانومتر<sup>(1)</sup>؛ للفراغ: (1)، وللغواص: (1.00029)، وللماء السائل: (1.333)، وللزجاج: (1.5-1.9)، ولللماس (2.419).

ينص قانون الانعكاس، وبأبسط صورة على مساواة زاوية الانعكاس لأشعة ضوء من على سطح ما لزاوية سقوطها، وينص قانون الانكسار بأبسط صورة على اعتماد زاوية انكساره على معامل انكسار الوسط (أو الأوساط) التي يمر خلالها.

بإمكاننا الاعتماد على معادلات (جيمس كلارك مكسويل James Clark Maxwell) للكهربائية والمغناطيسية لاشتقاق كلا القانونين السابقين واللذين يصحان ضمن نطاق واسع جداً من طيف الموجات الكهرومغناطيسية. كما يمكن اشتقاقهما كذلك من نظريات أبسط وضعت لتفسير تصرف الضوء كنظرية الفيزيائي الألماني [كرستيان هيكنز (Christian Huygens) (1629 - 1695)] التي وضعها عام (1678). لقد اجتهد هيكنز

(1) Nanometer - هي وحدة قياس تساوي جزءاً واحداً من 1000 (ألف) مليون جزء من المتر الواحد. واحد على عشرة مرفوعة إلى القوة السالبة 12. (المترجم).



هذا واستخدم بعض المنظومات الهندسية ليتمكن من التنبؤ بموقع جبهة موجية معينة في أي وقت. هناك العديد من التطبيقات العملية النافعة لظاهرة الانكسار هذه؛ فخذ على سبيل المثال استعمال العدسات اللامعة لتسليط أشعة الضوء المتوازية وجمعها في بؤرة واحدة، وخذ حقيقة انكسار أشعة الضوء بواسطة عدسة العين التي تمكن الدماغ من تفسير الصور التي ننظر إليها بدقة. واعتمدت على هذه الظاهرة أيضا هندسة صناعة عدسات الكامرات التي لم تكن لتوجد لولاها. ومن جانب آخر فإن الموجات الزلزالية (وهي موجات القوى الناتجة عن تحرك الطبقات الأرضية أو تكسر الصخور الضخمة التي تنتشر داخل طبقات الأرض وتغيرها لسرعاتها وفقا لمعاملات انكسارها فيها عند سطوح تماسها) تمثل مصدر الاستشعار بقوة ومراكز تلك الزلازل أو الهزات الأرضية بغية قياسها أو لتلافي أخطارها إن وجد لذلك سبيلا. إن موجات القوى في تصرفها وانتشارها وانكسارها إنما تخضع في تفسيرها لـ (قانون سنيل).

يستخدم علماء طبقات الأرض قانوني الانكسار والانعكاس عند بحثهم عن البترول مثلا خلال طبقات الأرض وذلك باصطناع انفجارات بقوى معلومة وبمناطق متفرقة على حدود (الحقول البترولية) المفترضة ومن ثم قياس اتجاهات وسرعة ومواقع الموجات الاهتزازية المرتدة لتعين مواقع تلك الحقول ولتقدير مقدار الاحتياطي المتوقع فيها.

هناك بعض الحالات التي قد يمكن فيها للضوء أن ينعكس كلياً من على سطح وسط ما إذا كان الفرق بين معاملي انكسار الوسط الناقل للضوء والوسط العاكس له كبيراً جداً وتسمى هذه الظاهرة (بظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي) وتحدث عادة عند انكسار شعاع ضوء من على سطح مماس بين وسطين بزاوية كبيرة جداً ينطبق بموجبها الشعاع المنكسر الخارج على نفس خط مسار الشعاع الساقط الداخل بطريقة تجعله ينعكس خارجاً منه، وتستخدم هذه الظاهرة الفيزيائية المهمة في صناعة بعض الأنابيب الضوئية والتي يدخل الضوء (أو يتولد من مصباح) من إحدى نهايتيها ويستمر بالانكسار الكلي (أي يحجز داخلها) حتى يتسنى له الخروج من نهاية الأنبوب الثانية<sup>(1)</sup>.

(1) تعتبر الألياف الضوئية من التطبيقات المهمة في هذا المجال ومن استعملاتها الأنابيب الضوئية القابلة للتواء والمستعملة في جراحة المناظير على اختلافها والكابلات المستعملة في نقل الإشارات الإلكترونية عبر المحيطات لأغراض الاتصالات (المترجم).

وبإمكان تجربة تُجرى في أحد مختبرات الفيزياء المدرسية من توضيح التطبيق السابق لقانون سنيل وكما يلي:

تضبط زاوية الانكسار على (90 درجة) وتستعمل لحساب زاوية السقوط. وبالنظر لاستحالة انكسار الضوء بأكثر من (90) درجة في مثل هذه الظروف، فإن كافة أشعة الضوء الساقطة سوف تنعكس، إذا ما جعلنا زاوية سقوطها أكبر من تلك التي تنتج الانكسار عند (90 درجة)، وهذا ما يُطلق عليه ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي.

وفي حرفة صقل الماس وإصفاء رونقه عليه بعد قطعه لمثال آخر على خاصية الانعكاس الكلي الداخلي للضوء. يعود سبب سلب بريق الماس المصقول للأنظار والألباب (ناهيك عن الجيوب!) إلى حقيقة انعكاس أشعة الضوء عن سطح ألماسه (المصقولة بعناية) بصورة تجعلها تبرق لأنها تبعث الضوء باتجاه عين مراقبها مباشرة. وبعبارة علمية أوضح فإن للماس المصقول خاصية عكس الإشعاع الضوئي الساقط عليه داخله كلياً حتى يتمكن من مغادرته عبر أسطحه الخارجية مكتسباً بريقه الأخاذ. وغالبا ما تعاني الأشعة الساقطة العديد من حالات (الانعكاس الكلي الداخلي) داخل الكيان البلوري لقطعة ألماس قبل أن تنكسر خارجة من سطحه.

ومن التطبيقات العملية لهذه الظاهرة صناعة الألياف من بعض المواد المناسبة كي تحقق ظاهرة (الانعكاس الكلي الداخلي) خلالها وحبس أشعة الضوء الداخلة إليها، وعليه سيتمكن ذلك الليف من توجيه الضوء عبر الزوايا وحولها بسهولة وبدون أي فقدان في شدته.

ويمكن تشبيه (الليف البصري) بشعرة زجاجية نحيفة جداً تمتاز بسطح داخلي عاكس كلياً، متى ما دخلها شعاع من الضوء فإنه لن يتمكن من السقوط عليه بأقل من الزاوية الحرجة اللازمة لأحداث الانعكاس الكلي الداخلي له، هذا ويخضع الضوء إلى حالة الانعكاس الكلي كلما وقع على السطح الداخلي لذلك الليف إلى أن يتمكن في النهاية من مغادرته من نهايته الأخرى. وتستعمل الألياف البصرية اليوم لبعث الإشارات التليفونية ومعلومات الحواسيب بطريقة كفؤة فعالة لها مزاياها على طريقة نقل الإشارات باستعمال الأسلاك الكهربائية. ومن تلك المزايا قابليتها على نقل الإشارات عبرها بسرعات أعظم مقارنة بمثيلاتها من الأسلاك، هذا



ولن تتأثر تلك الإشارات فيها بظاهرة (الحث المغناطيسي) وتكوين الضوء من الإشارات الكهربائية العشوائية المستحثة نتيجة لذلك. يعود الفضل إلى الألياف الضوئية وسرعتها وكفاءتها في نقل المعلومات إلى إطلاق ثورة الاتصالات العالمية خلال العشرين سنة الماضية والتي صارت تمس حياة وأعمال ودراسة وتفكير الجميع من خلال مساعدتها على انتشار الشبكة العنكبوتية العالمية [World Wide Web (www)] في كل مكان.

ولم تكن الألياف البصرية بعيدة عن التطبيقات الطبية، فقد مكنت الأطباء من النظر إلى داخل جوف الجسم والتجاويف المفصلية والفقرية وتجاويف الأعضاء كالمعدة والرحم والأمعاء والأوعية الدموية والقلب باستعمال فتحات صغيرة جدا وإدخال الليف البصري خلالها بما يعرف اليوم بتقنية المناظير أو الجراحة الباضعة الدقيقة (Minimal Invasive Surgery). وفيها يحاط الليف البصري (الذي يوصل شعاع الضوء عبر موثور مناسب إلى العين من خلال الفتحة العينية وإلى الكاميرا للتصوير) بليف ضوئي لتجهيزه بالنور الذي يُسلط على العضو المعني. وبكلمة أخرى يوضع ليفين منفصلين في ذات الناظور المرئ: الأول للإضاءة والثاني للمراقبة والتصوير<sup>(1)</sup>.

وقد لا يعلم الكثيرون أن ظاهرة الانعكاس الكلي هي المسؤولة عن تفسير ظواهر (السراب) كذلك التي يحسبها الظمآن في الصحراء ماء وتلك البقع البراقة التي غالبا ما ترى فوق مسافات الأسفلت البعيدة في يوم قيض حار. وقد يتمكن المراقب أيضا من رؤية صور معكوسة للفلانة وأشجارها وكأنما يراها منعكسة من على صفحة بركة ماء أو حمام سباحة.

ولتفسير ظاهرة (السراب) لابد أن نعلم أن الهواء الملاصق للأرض لا بد وأن يكون أكثر حرارة (في أيام الصيف) وبالتالي يكون ذا معامل انكسار أقل من ذلك الذي يعلوه والذي يكون بدرجة حرارة أقل بطبيعة الحال. والآن وباقتراضنا أن أشعة الضوء الساقطة على أي

(1) وهي أشكاله المتقدمة أمكن إلحاق ملفظ أو اثنين مع مقص ومصباح وطرف قطب كهربائي لتمكين الجراح من القيام بالعمليّة كاملة من استكشاف مسك وقطع وإيقاف نُزف وخياطة. (الترجم)

جسم حقيقي بإمكانها الانعكاس عنه إلى الجو ومن ثم الانكسار عن طبقات الجو بأي صورة كانت، فإذا حدث أن لامست تلك الأشعة طبقات الهواء متخلخلة الضغط وذات معامل انكسار منخفض فإنها سوف تنعكس كلياً عنها وعند وصولها إلى أعين الناظرين فإنها ستولد الانطباع الخادع بوجود صورة المشهد الذي لا يزال بعيداً وراء خط الأفق ظاهراً أمامها.

لم يعرف العالم وحتى عام (2001) إلا المواد ذات معامل الانكسار موجب القيمة، ولكن ذلك العام كان قد شهد طفرة جديدة في عالم المواد وتم إنجاز فتح مبین فيه حينما استطاع علماء جامعة (كاليفورنيا في سان دييغو) من وصف مواد مركبة جديدة أثبتت التجارب المخبرية أن لها معاملات انكسار سلبية القيمة، أي أن لها قابلية (عكس) قانون سنيل. تألفت تلك المواد من خليط مختلف من الألياف الزجاجية والحلقات النحاسية وكميات من الأسلاك الكهربائية كان لها - مجموعها - قابلية تركيز الضوء بطرق مذهلة جديدة، فقد كشفت الفحوصات والاختبارات الأولية - على سبيل المثال - أن الموجات الميكروية القصيرة جداً كانت تنتج عن تلك المواد بعكس الاتجاه الذي يتنبأ به قانون سنيل تماماً. صرح الفيزيائيون المهتمون بتلك التجارب، من أمثال (شلدون شولدرز - Sheldon Schultz) و (ديفيد ر. سميث - David R. Smith) و (ريشارد أ. شلبلي - Richard A. Shelby) بأن ما اكتشفوه لم يكن مجرد هوس علمي وحب استطلاع فيزيائي ولكنه كان حقيقة واقعة دفعتهم إلى وضع نظريتهم القائلة بأن المواد الحاوية على تلك المواصفات ستكون في يوم ما حجر الزاوية لإنشاء علوم جديدة ومواد وهوائيات وحتى قطع إلكترونية ستكون لها تطبيقات مبتكرة ومتجددة لم يسبق أن توصل إليها أحد من قبل. وكمثال نظري واحد لذلك: سيكون بإمكان طبقة نحيفة من المادة ذات معامل الانكسار السلبي من التصرف كمادة فائقة التوصيل فائقة المواصفات البصرية لها قابلية توليد صور وأفلام لم يسبق لوضوحها مثيلاً.

ظلت التجارب المجراة على مثل تلك المواد ذات معامل الانكسار السلبي مقصورة على استعمال الموجات الكهرومغناطيسية الميكروية (شديدة القصر) ولحد عام (2007) حين تمكن فريق معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا (Pasadena) بقيادة (هنري ليزك - Henry Lezec) من



إنجاز أول معامل انكسار سلبي للضوء المرئي. ولغرض صنع الجسم الذي يمكنه التصرف وكأنه مصنوع من مادة ذات معامل انكسار سلبي القيمة، عمد (ليزك) وفريقه إلى بناء موشور مكون من طبقات من المعدن تتخللها شبكات من القنوات النانوية (أي متناهية الصغر وبمقياس النانومترات). سجلت تجارب فريق معهد كاليفورنيا للتقنية سبق ابتكار وتصميم وبناء الطريقة التي مكنت الفيزيائيين - ولأول مرة - من جعل الضوء المرئي يسير في اتجاه معاكس لطريقة تصرفه الاعتيادية في انحناء مساره من مادة إلى أخرى، حتى أن بعض الفيزيائيين لم يجدوا في أنفسهم الحرج من التنبؤ بأن مثل هذه الظاهرة سوف تقود إلى ابتكار أجيال جديدة من المجاهر سيكون بإمكانها (رؤية) وتصوير أجسام متناهية في الصغر (كالجزئيات)، وتصنيع أنواع من الأغشية التي سيكون بإمكانها إخفاء الأجسام التي ستُلف بها!!!.

اقترح كل من (أكهلش لاکهتاکیا - Akhlesh Lakhtakia) من جامعة ولاية بنسلفانيا الأمريكية و (توم مكاي - Tom Mackay) من جامعة أدنبره البريطانية إمكانية وجود حزام من (المواد) أو الإشعاعات تحيط بالثقوب السوداء التي تدور في الفضاء والتي لها قابلية التصرف بطريقة تكسبها صفة معامل الانكسار السلبي وقدموا نظريتهم القائلة بأن مثل تلك الحالات بإمكانها تغيير مواقع النجوم الحقيقية إذا ما رُصدت من على سطح الأرض أو حتى من الفضاء المحيط بها (هذا من الوجهة النظرية على الأقل)، بعبارة أبسط فإن هناك مواصفات فيزيائية غير تلك التي نَجدها في الزجاج والماء كخاصية الانكسار التي يعاني منها الضوء المار خلالهما، حيث إن للفضاء المحيط بالثقوب السوداء في الكون خاصية انكسار ولكن ذات معامل انكسار سلبي لها قابلية عكس تصرف الضوء القادم إلينا من أعماق الكون السحيقة والتي تلتقطها مراقبنا الفلكية وتسجلها كنجوم ومجرات ثابتة المواقع معلومة الصفات<sup>(1)</sup>.

ولا نهاية للبحوث والاستنتاجات والمفاجآت من دراسة وتطبيق مثل هذه المواضيع، فقد

(1) والاستنتاج المقلق لكل ما ذكر هو أن خرائطنا الفلكية قد لا تعكس المواقع ولا الأعمار الحقيقية المتوقعة للنجوم والمجرات التي رسمت لها. (المترجم)

تمكنت إحدى فرق البحث في معهد رنسيلر للتكنولوجيا (Rensseler Polytechnic Institute) في نيويورك عام 2007 من ابتكار (سطح أسود فائق) يمتص كامل الضوء الساقط عليه. فمن المعلوم أننا نرى الضوء المرتد من على أي سطح عاكس عندما يصل إلى منطقة التماس بين وسطين لهما معاملان انكسار مختلفين، كلما زادت شدة الضوء المنعكس. وعليه ولغرض (منع) مثل ذلك الانعكاس من على سطح المواد المصنعة الجديدة قام فريق البحث المذكور باختراع سطح موحد مكون من عدة طبقات من مواد نانوية التركيب صُنعت على شكل أنابيب. تمتاز المادة الجديدة بسطح خارجي ذي معامل انكسار قريب جدا من معامل انكسار الهواء البالغ (00.1) أي بحدود (1.05)، وتجري التجارب الآن على هذه المادة الجديدة بتسليط الموجات الكهرومغناطيسية شديدة القص (قريبة من منطقة الطيف فوق البنفسجي) وشديدة الطول (قريبة من منطقة الطيف تحت الأحمر) عليها<sup>(1)</sup>.

### للفضوليين فقط:

- لم تنشر أعظم مشاركة علمية قام بها (سنيل) وهو قانون الانكسار المعروف باسمه إلا بعد مرور ما يقارب السبعين سنة على ذلك الاكتشاف وبعد وفاته بزمان طويل.
- يدعى بعض محترفي صيد السمك (والمعتدين منهم على وجه الخصوص!!) وجود ما يسمى (بنافذة سنيل) ويعنون بذلك تلك الزوايا الخاصة على سطح الأجسام المائية الهادئة (كالبحيرات مثلا) والتي تمكن السمك من (النظر) إليهم من خلالها (واكتشاف أماكنهم!!) اعتمادا على (قانون انكسار سنيل) للضوء وعليه فإنهم يحاولون قدر استطاعتهم تقادي مثل تلك (النوافذ) للظفر بالصيد السمين!!
- تفسر ظاهرة مشاهدة (قوس القزح) في نهار خفيف المطر بوجود الشمس بالاعتماد على

(1) لابد من إكمال توضيح أهمية التجارب السابقة على المواد الجديدة المبكرة، فحينما نتجسج مادة مطلية بطبقة من المادة التي تمتص كافة موجات الطيف المغناطيسي في منطقة الطيف المرئي فإن (نسيجها) منها سيتمكن من (إخفاء) أي مادة تغلف به لأن لا ضوء مرئي سينعكس منها إلى العين لئلا تراه. (الترجم)



خاصية انكسار الضوء، وذلك بالنظر لاختلاف الأطوال الموجية لمختلف مكونات ألوان طيف الضوء الأبيض المرئي. وعليه وتصرف نقاط المطر الصغيرة كمواشير دقيقة فإن ألوان الطيف المختلفة ستتكسر بدرجات مختلفة. ومن طرائف الحقائق أن نشير هنا إلى أن (قوس قزح) هو بالحقيقة (دائرة قزح) مركزها نقطة مقابلة تماماً للشمس نسبة لأي مراقب ولا يمكن أبدا رؤية تلك الدائرة كاملة لانحجابها خلف خط الأفق.

## أقوال ماثورة:

بالإمكان اشتقاق (قانون سنيل) من مبدأ فرمات (Fermat Principle) القائل بوجود مرور الضوء بمسار يمكنه من اختزال الزمن لأقل ما يمكن. وضح العالم فيثمن (Feynman) المقولة (الغامضة) السابقة بالتشبيه الكلاسيكي التالي: إذا ما افترضنا أن سطح البحر يمثل المنطقة ذات معامل الانكسار العالي وساحله يمثل منطقة معامل الانكسار الواطي، فإنّ أسرع السبل التي يمكن أن يسلكها متقلد للوصول إلى غريق في البحر هي بركضه باتجاه الساحل ومن ثم السباحة على طول خط وهمي ينطبق مع توقعات

قانون سنيل

.Snell's Law

(عن الوكي بيديا).

تمكن شخص شديد الذكاء يحمل اسما شديدا الغرابة (الشاطر ولي برورد - Willebrord Snell) التوصل - ومن خلال تجاربه المخبرية الدقيقة - إلى أن الزوايا المحصورة بين الضوء الساقط والظوء المنعرج والسطح القائم بينهما يمكن أن تخضع لمعادلة رياضية مُحكمة.

مك كوسكي

Mason Mc Cuskey, Special Effects Game Programming with Directx.

مقتطف من كتابه ( تصميم ألعاب الحاسوب باستخدام المؤثرات الخاصة ).

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

- ولد [ولي برورد سنيل - Willebrord Snell] والمعروف أيضا باسم (سنيلس - Snellius) أو (سنيل - Snell) أو (سنيل فان روين - Snell van Royen) أو [ولي برورد فان سنيل فان روين (1580-1626) Willebrord van Snell van Royen] وهو الفلكي والرياضي الألماني الشهير بقانون الانكسار الذي يحمل اسمه في مدينة ليدن (Leiden) في هولندا لأب شغل منصب الأستاذية في الرياضيات، درس القانون في مقببل حياته ولكنه سرعان ما تحول إلى دراسة الرياضيات التي شغف بها واتقنها حتى شرع بتدريسها في جامعة ليدن بعد حصوله على منصب تدريسي مرموق فيها. لقد كان الشاب (سنيل) محظوظا حقاً فقد تمكن من مقابلة عددا من مشاهير علماء عصره من أمثال (تيكو براه - Tycho Brahe) و (يوهانز كبلر - Johannes Kepler).
- درس القانون في باريس عام (1602)، وأصدر بعد ذلك ببضع سنين بواكير أعماله العظيمة في مجال العلوم - ألا وهي الترجمة اللاتينية (للأطروحات الرياضية - Mathematical Memoirs - Wisconstighe Ghedachtenissen) للرياضي والمهندس الألماني، بلجيكي الأصل [سيمون ستيفن (1548-1620) Simon Stevin] والتي احتوت على أطروحاته ونظرياته في حقول الرياضيات والميكانيك والموسيقى وعلم المكتبات والبصريات والفلك والجغرافية.
- صدرت ترجمة سنيل لتلك الأطروحات في عام (1608) تحت عنوان جديد هو (مذكرات رياضية - Hypomnemata Mathematica - Mathematical Memoranda).
- تزوج سنيل في عام (1608) وخلال مسيرته العائلية تمكن مع زوجته من إنجاب ثمانية عشر طفلا، لم يبلغ مبلغ الفتوة منهم إلا ثلاثة، وخلف في عام 1613 والده في منصبه كأستاذ للرياضيات في جامعة ليدن، وجرب في عام (1815) ونجح في استنباط طريقة جديدة لقياس نصف قطر الأرض.
- اعتمدت طريقته المبتكرة والتي نشرها عام (1617) في كتابه القيم (الحساب الألماني - Eratosthenes Batavus - The Dutch Eratosthenes)<sup>(1)</sup> على حساب المثلثات

(1) Eratosthenes - إراتوستينس الإغريقي (276-195 ق.م.) رياضي وشاعر وجغرافي وفلكي شهير، توصل إلى العديد من الاكتشافات المهمة مثل وضع خطوط الطول والعرض وكان أول إغريقي حسب طول محيط الأرض ومقدار انحراف محورها ويُعتقد أنه تمكن أيضا من قياس المسافة بين الأرض والشمس وكان أول إغريقي يضيف (اليوم للسنة الكبيسة). وضع خريطة



والعلاقات المثلثية التي قام بها متخذاً منزله وأثنتين من المدن المجاورة والمسافات بينها كنقاط مرجع لإجراء حساباته تلك. توصل إلى أن قيمة محيط الأرض يبلغ (38500) كيلو متر - وتعتبر هذه القيمة مقارنة جداً لقيمتها الفعلية البالغة (40,000) كيلو متر بحسابات يومنا هذا.

- ثابرس سنيل بجديّة لتطوير وتحسين حساباته مستعيناً بطلابه ولكن يد المنون التي امتدت واختطفته مبكرة في عام (1626) حالت دون إكماله لحساباته ورؤيتها للنور من بعده أبداً.

- اهتم بالفلك كذلك، ونشر في عام (1619) العديد من البحوث حول المذنبات. وبعد مرور عامين على ذلك التاريخ، أي في عام 1621 نشر اكتشافه لطريقة جديدة مبتكرة لحساب النسبة الثابتة ( $\pi$ ) في الدورية المعروفة باسم (الدوائر وقياساتها - Cyclometricus) وذلك باستخدام المضلعات (Polygons) فلقد استطاع عملياً حسابها إلى أربعة وثلاثين مرتبة عشرية بتصوره لمضلع يتألف من (1,073,741,824) ضلعاً. تعزى تلك الطريقة في حساب النسبة الثابتة (باي -  $\pi$ ) إلى الرياضي الألماني [لودولف فان سيولن (1540-1610) Ludolph Van Ceulen] الذي استعملها ولم يتمكن أبداً من نشرها. ويعود الفضل إلى (سنيل) في تطوير السبل التقليدية السابقة وإعادة الحسابات والتقريب لقيمة ( $\pi$ ) ولكن باستخدام المضلعات، فلقد استطاع - على سبيل المثال استعمال المضلعات ذوات الـ (96) زاوية للتوصل إلى حسابها ولغاية سبعة مراتب عشرية صحيحة، في حين لم تتمكن الطرق التقليدية في زمانه إلا على حسابها لمرتين عشريتين فقط (وللقراء المغرمين بالمعادلات الرياضية أسوق طريقة سنيل لحساب (باي -  $\pi$ ) التقريبي كما يلي:

$$\pi \sim (2/3)n \sin(\pi/n) + (1/3)n \tan(\pi/n)$$

حيث تعني  $\pi$ : المساواة التقريبية لقيمة ( $\pi$ ) و  $n$ : عدد أضلاع (المضلع) المحيط بالدائرة.

- طور سنيل إمكانياته الملاحية حتى صار حجة في هذا الموضوع بحلول عام 1624، فقد تمكن من اختبار صحة منحنى رياضياً أسماه (باللو كسودروم - Loxodrome) وهو عبارة عن مسار

كاملة للأرض حسب المعلومات المتوفرة آنذاك (وكان أول من وضع التقويم العلمي) وثبت المناسبات الدينية والرسمة عليه - عن الويكايويا - أول من وضع التقويم الشمسي والقسري كان البابليون عن التقويم السومري وقد نسب اسم كتاب سنيل هذا إليه. (المترجم).

على سطح الكرة والذي يكون مع (خطوط الزوال - Meridians) زوايا ثابتة دائما. (وخطوط الزوال هي الدوائر العظيمة الخيالية المرسومة على سطح الأرض والتي تمر بالقطين الجغرافيين الشمالي والجنوبي). نُشرت أعماله وحساباته حول (اللو كسودروم) والملاحه بموجبها في الـ (Tiphys batavus). ولللو كسودروم شكل الحلزون الكروي ويمثل الطريق الواجب اتباعه عند السفر عندما تكون إبرة البوصلة المغناطيسية تشير دائما إلى اتجاه ثابت.

- خير ما يعرف به (سنيل) اليوم هو أبحاثه حول انكسار الضوء. والجدير بالذكر أن الموضوع لم يكن جديدا، فقد انتعش الاهتمام به منذ قرون خلت تعود إلى زمن [بطليموس (85 - 165) Ptolemy]. وعلى سبيل المثال، فقد اهتم هذا الجغرافي والفلكي الإغريقي العريق، والذي كان من رواد تينك العلمين بوضع جداول مفصلة لزوايا الانكسار وما يقابلها من زوايه السقوط للعديد من المواد، وتوصل إلى الاستنتاج بأن نسبة زاوية الانكسار إلى زاوية السقوط لا بد وأن تكون ثابتة تقريبا لوسطين متلاصقين عند مرور شعاع من الضوء خلالهما، وقد يعبر اليوم رياضيا عن ذلك بالمعادلة التالية:  $\theta_1 / \theta_2 = k_{12}$

- قام (يوهانز كبلر - Johannes Kepler) كذلك بالعديد من الحسابات، سطر فيها زوايا السقوط وما يقابلها من زوايا الانكسار للعديد من المواد، ولكنه لم يتمكن من إيجاد العلاقة الدقيقة بين الزوايا التي قاسها. وجد سنيل في عام (1621) والذي كان يشغل منصب الأستاذية في الرياضيات في جامعة ليدن آنذ، إن معادلة (بطليموس) البسيطة آنفة الذكر كانت خاطئة وواضب على إجراء تجاربه الخاصة حتى نجح في التوصل إلى القانون الصحيح لعلاقة زاوية الانكسار بزاوية السقوط لسطح التماس بين وسطين، وبذلك وضع (سنيل) قانونه الذي يربط العلاقة بين نسبة جيوب الزوايا وليس بين نسبة الزوايا المجردة ذاتها كما اقترحها (بطليموس) آنفا، ولكن إبداعه لم ير النور، وإنما اقتصر تداول اكتشاف (سنيل) ذاك على شكل مخطوطات بصورة سرية ولم ينشر آنذاك أبدا.

- تذكر معظم كتب الفيزياء المنهجية - ككتاب (ارنولد ارون - Arnold Aron) الموسوم تصور المفاهيم في علم الفيزياء - بأن القانون المذكور كان قد جذب انتباه كل من (رينيه دسكاريه - Rene Descartes) و (هايكنز - Huygens) وقد قام (دسكاريه)



فعلا بنشره في صورته الحديثة في عام (1637)، ويعتقد الكثيرون أن (دسكاريه) هذا كان قد توصل إلى اكتشاف ذات القانون بصورة مستقلة وبالأخص الفيزيائيون الفرنسيون منهم، حيث يُعرف هذا القانون باسم (قانون دسكاريه) هناك.

وكما ذكر سابقا في مقدمة هذا الكتاب فإن اكتشاف وصياغة (قانون سنيل) كان قد تم على يد العديد من البحاث على مر العصور، فأول من تفهم بصورة صحيحة العلاقة التي تضمها هذا القانون كان الرياضي العربي (ابن سهل - Ibn Sahl) حوالي سنة (984) للميلاد، وقد أعاد الفلكي والرياضي الإنكليزي (توماس هاريوت - Thomas Harriot) اكتشافه في عام (1602) ولكنه توفي قبل أن يتمكن من نشره، ومرة أخرى أعيد اكتشاف القانون من قبل (سنيل)، وكان ذلك في عام (1621) ولكن عمله ذاك لم يجد طريقه للنشر حتى عثر المكتشف وجامع المخطوطات الألماني (اسحاق فوسسيوس - Issac Vossius) في حوالي عام (1662) على نسخة مخطوطة منه، والتي وجدت طريقها إلى (هايكنتز) الذي استطاع أخيرا تفصيل ملاحظاته حول الموضوع في كتابه المنشور عام (1703) تحت عنوان (بصريات الانكسار - Dioptrica).

لم يتمكن سنيل - كما ذكرنا آنفا - من نشر أعماله بصورة نهائية ورسمية أبداً حيث طوى القدر صفحة حياته بعيد اكتشافه لذلك القانون بسنوات قليلة. أما أول من تمكن من نشره ولأول مرة فعلا بصيغة الدوال المثلثية الجيبية فهو (دسكاريه) في عام (1637) وذلك في كتابه الموسوم (تصحيح السبل - Discourse on Methods)، والذي كان قد نشر فعلا في مدينة (ليدن - Leiden) الفرنسية بمعية كتابه الآخر الذي ضم بقية أعماله وتجاربه حول الضوء وصفاته تحت عنوان (بصريات الانكسار - Dioptrique). ومن اللافت للنظر أن (دسكاريه) هذا وعند نشره للقانون لم يذكر أية تجارب كان قد قام بها لغرض التأكد من صحته أو إثبات فعاليتها. فاحت رائحة السرقة الفكرية والاقباص غير المشروع من عمل (دسكاريه) إلى الحد الذي اتهمه (هيكنز) وغيره من العلماء بسوء التصرف والخلق... لا أحد ينكر أن سيرة الرجل وتاريخه كانا قد أكدا زيارته لمدينة (ليدن) خلال، وبعد اشتغال سنيل بتجاربه على إثبات قانونه، إلا أن الأدلة المتوفرة لم ترتق إلى درجة اتهامه بما نسب إليه.

سُميت إحدى فوهات القمر والبالغ قطرها (82 كيلو مترا) باسمه (سنيليوس -

(Snellius) تيمنا به، وتم إقرار ذلك في عام (1935) من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين.

## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Arons, Arnold. *Development of Concepts of Physics* (Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1965).

Barry, Patrick L. "The New Black: A Nanoscale Coating Reflects Almost No Light," *Science News* 171(9): 132, March 3, 2007.

Brooks, Michael. "Illusions of a Starry, Starry Night," *New Scientist*, no. 2502: 30-33, June 4, 2005; contains information on black holes and negative refractive indices.

Hung, Edwin. *Beyond Kuhn: Scientific Explanation, Theory Structure, Incommensurability and Physical Necessity* (Aldershot, Hampshire, U.K.: Ashgate Publishing, 2005).

Leutwyler, Kristin. "New Material Reverses Snell's Law," *Scientific American*, April 9, 2001; see [www.siam.com/article.cfm?articleID=000A27C4-0C1B-1C5E-B882809EC588ED9F](http://www.siam.com/article.cfm?articleID=000A27C4-0C1B-1C5E-B882809EC588ED9F).

Lezec, Henri J., Jennifer A. Dionne, and Harry A. Atwater. "Negative Refraction at Visible Frequencies," *Science* (express online publication), March 12, 2007; see [www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1139266v1](http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1139266v1).

Livio, Mario. "Ask the Experts: Why Do Rainbows Form?" *Scientific American* 295(1): 104, July 2006.

Livio, Mario. "The Quest for the Superlens," *Scientific American*, 295(1): 60-70, July 2006.

Mackay, Tom, Akhlesh Lakhtakia, and Sandi Setiawan, "Gravitation and Electromagnetic Wave Propagation with Negative Phase Velocity," *New Journal of Physics* 7(75): 1-14, 2005; see [www.iop.org/EJ/abstract/1367-2630/7/1/075/](http://www.iop.org/EJ/abstract/1367-2630/7/1/075/).

Rashed, Roshdi "A Pioneer in Anaclastics: Ibn Sahl on Burning Mirrors and Lenses," *Isis*, 81: 464-491, 1990; discusses Ibn Sahl's possible discovery of Snell's Law.

Struik, Dirk. "Snel," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

يظهر لي أن فكرة الاستحواذ على الأرض وإعادة بنائها لم تخطر على بال زوارنا الكونيين من خارج مجرتنا (درب التبانة)، أو من أحد أذرعها النائية البعيدة كالـ (إي تيز - ETS)!! ولكن من قبل مخلوقات أعقد وأغرب لا بد وأن تكون قد أتت من كون آخر مختلف تماما عن كوننا هذا، حيث تتحكم بهم



وتسيطر عليهم مجموعة مغايرة كلياً من القوانين تختلف جذرياً عما عهدناه في كوننا هذا!! لقد تصادمت بل وتطاحت الحقيقة الإنسانية التي تعتمد على (قوانين اينشتين) مع الحقيقة الإنسانية المغايرة تماماً والتي جاء بها العلماء الذين سبقوه حتى تلاشت (وأسقطت بالضربة القاضية) عند خط تماس الأولى بالثانية!! والآن... ها لقد فتحنا الباب على أنفسنا لتوقع كافة الاحتمالات في عالم علمي متحضر لا يمكن أن نجد أنفسنا نعيش في مثل أسوأ منه أبداً.

كونتز

Dean Koontz, The Taking

مقتطف من كتابه (الاستحواذ)

لا تتضمن معادلة (سنيل) أي عنصر من عناصر السببية، ولا تتضمن أية شروط مسبقة، ولا تفسر لأي من العناصر المسببة للتغير. إن الشعاع الساقط في ذاته لا يسبب الانكسار بل هي صفة أرزية له وجزء منه. وكما بإمكاننا التساؤل عن الأسباب التي تدفع الكواكب إلى سلوك مداراتها على الشكل الإهليجي كما وصفه (كبلر)، فإننا نستطيع أن نتساءل لم على أشعة الضوء أن تتبع (قانون سنيل)؟ ولكننا لن نجد الجواب لمثل هذين التساولين أبداً، وذلك لأن كلتا العلاقتين هما من المسلمات؛ قبلتها الفيزياء الكلاسيكية أم لم قبلها، ولا سئل لنا، لتفسيرها أكثر، ولا تتضمن أي عنصر يذلك على سبيلها.

هينرت

Friedel Weinert, The Scientist As Philosopher, Philosophical Cousequences of Great Scientific Discoveries.

مقتطف من كتابه، (العالم كفيلسوف - الخلفية الفلسفية لعظميات الاكتشافات العلمية) غالباً ما يبعد القارئون أنفسهم مرغمين على ابتكار العديد من الكلمات والمصطلحات لتوضيح بعض المفاهيم التي لم يجدوا لها أي مشابه أو أساس في حياة الناس اليومية. لقد انسوا الابتعاد عن الاستعارات والتعبيرات الجديدة الغريبة واستأنسوا بالركون إلى استخدام التشبيه والمحاكاة لتوضيح ما يودون تفسيره. كان بإمكانهم مثلاً، تفسير كل ظاهرة جديدة أو قانون ولید

اعتمادا على ظاهرة معروفة أو قانون تليد. ولكن الكل يتفق أن في كلام وتوضيح وتشبيه المفاهيم الفيزيائية من قبل (الفيزيائيين)، القديمة منها عامة والجديدة منها خاصة لمن الغرابة والتعقيد إلى الدرجة التي لا بد أن يساورنا الشك والقلق بشأن حالتهم النفسية والعقلية لولا علمنا المسبق أنهم يعكلمون بلغة اسمها لغة الفيزياء.

كارل سيكان

Carl Sagan, Contact

مقتطف من روايته في الخيال العلمي (الاتصال).

لعلنا لا نجافي الحقيقة في شيء إن اعتبرنا موضوع (الهندسة الرياضية) أقدم فروع (علم الفيزياء) على الإطلاق، بدونها لم أكن لأستطيع التقدم خطوة واحدة على طريق تحقيقي لنظريتي في النسبية.

اينشتاين

Albert Einstein, in his address, (Geometry and Experience) to the Prussian Academy of Science, 1921

مقتطف من خطاب له بعنوان (الهندسة والخبرة).



## قانون المطاوعة لهوك

### HOOK'S LAW OF ELASTICITY

إنجلترا، 1660 - يتناسب تغير أحجام المواد طرديا مع مقدار قوة التغير المسلطة عليها.

#### معاور ذوات علاقة:

قانون نيوتن للجذب العام (NEWTON'S LAW OF UNIVERSAL GRAVITATION)،

وقانون بويل للغازات (BOYLE'S GAS LAW).

#### من أحداث عام 1660:

- استقرت موجات هجرة القرويين الألمان في إفريقيا الجنوبية.
- وصلت خزانات المياه المصنعة في فرنسا لصالح إنكلترا إليها.
- قدم الفيلسوف الطبيعي الإيرلندي (روبرت بويل - Robert Boyle) ولأول مرة تجارب ونتائج أبحاثه حول إمكانية قتل الحيوانات الصغيرة وإطفاء النيران المشتعلة إذا ما حرمن من الهواء. واستنتج من ذلك وجود علاقة ما بين عمليتي التنفس والاحتراق.

### نص القانون وشرحه:

ينص قانون مرونة (هوك) على أنه في حالة استطالة جسم معين، أو قضب معدني ما، أو نابض بمسافة مقدارها  $(x)$ ، فإن  $(x)$  ستتناسب مع مقدار قوة الممانعة  $(F)$  التي سيديها ذلك الجسم للقوة المسلطة عليه. كما في المعادلة التالية:

$$F = - k x$$

حيث  $(k)$  هو ثابت التناسب والذي غالبا ما يشار إليه (بثابت النوابض) حينما يُطبق القانون السابق عليها، ويمثل هذا القانون تقريبا مقبولا وقابلا للتطبيق على بعض المواد مثل مادة الصلب (Steel) والتي تسمى (بمواد هوك) نسبة إليه، ولأنها تستجيب لقانونه ضمن مجال واسع من الحالات. أما بالنسبة للكثير من المواد الأخرى، كالألومنيوم مثلا فتعتبر تطبيقات

قانون هوك عليها محدودة جدا ولا تستجيب له إلا ضمن نطاق ضيق جدا من حيز مرونتها. وتعتبر المواد المطاطية من بين تلك التي لا تحتوي على (صفات هوك) بالنظر لاستجاباتها المعقدة لتأثيرات القوى المسلطة عليها. فعلى سبيل المثال تتحسس انضغاطية مثل تلك المواد بشدة لدرجة الحرارة المرفوعة إليها وتبدل حسب مقدار التغيير في القوة المسلطة عليها. يمر ذكر قانون (هوك) على طلاب المرحلة المتوسطة في دراستهم لفيزياء النوابض حيث يربط هذا القانون علاقة القوة (F) المسلطة على نابض ما لغرض شده (وتساوي (F) قوة ممانعة ذات النابض لتلك القوة) مع مقدار تمدده للمسافة (x). ويقاس (k) وهو ثابت النابض بوحدة القوة لكل وحدة طول. وتكتب المعادلة بعلامة سالبة وكما يلي:

$$F = - k x$$

للدلالة على أن القوة المتولدة في النابض تعاكس بالاتجاه مسار تمدده. فعلى سبيل المثال، إذا ما سلطنا قوة معينة على نابض لغرض شد نهايته إلى جهة اليمين فإن النابض ذاته سيولد قوة (ممانعة) لذلك الشد ويكون اتجاهها نحو اليسار، أما إزاحته فستُحسب من نقطة الشروع والانطلاق حيث (X = صفر). ويوفر لنا (ثابت النابض k) مؤشرا واضحا لمقدار تحمله، فالقيمة الكبيرة له تعني صلابته والقيمة المتدنية تعني ارتخاءه. والآن إذا افترضنا تعليق كتلة ما في نهايته - كمثال آخر - وكانت تلك النهاية عند نقطة شروع مقدارها (0.300 متر) والكتلة المعلقة مقدارها (0.200 كغم) فسيتمدد النابض وتصل نهايته إلى نقطة جديدة هي (0.330 متر). وعليه يمكننا حساب مقدار الإزاحة بطرح القيمتين فنحصل على (0.030 متر). ولما كانت قوة ممانعة النابض تعادل دائما وزن الكتلة المضافة إلى نهايته الحرة والتي يمكن حسابها بضرب الكتلة بالتعجيل الأرضي (ك x ج = 1.96 ن و (نون = نيوتن) هو قوة جذب الأرض للكتلة ك ويساوي وزنها)، فيمكننا حساب ثابت النابض (k) الذي استوجب تعليق كتلة مقدارها (1.96 نيوتن) لتحقيق إزاحة مقدارها (0.030 متر) كالآتي:

$$k = 1.96 / 0.030 = 65.33 \text{ N/m}$$

ينطبق (قانون هوك) بدقة على الإزاحات القصيرة للأجسام. وقد يُعبر عنه أحيانا



مصطلحات أخرى كالشدّ - Stress (ويعرّف بأنه القوة المتولدة داخل المادة نتيجة تعرضها لقوة خارجية مسلطة عليها)، والاستجابة - Strain (ويعرّف بأنها مقدار التشوه الناتج من تعريض أي جسم لقوة شد) هذا ويتناسب الحدان في نطاق ضيق لقوى الشد، ومن الجدير بالذكر أيضاً اعتماد قيمة (K) على طبيعة المادة المكونة للجسم قيد الدرس وعلى أبعاده وشكله. ويمكننا التعبير عن قانون هوك باستعمال مصطلحي الشد والاستجابة كالآتي:

$$\text{Stress/ Strain} = E \text{ (Modulus of Elasticity)}$$

الشد/ الاستجابة = المطاوعة

والتي تُعرّف كذلك (مطاوعة يونك)، والتي يمكن قياسها بوحدات الكيلوغرام/ المتر المربع أو بوحدات اللبرة (الباوند/ الانج المربع).

بينت مناقشتنا أعلاه تصرف المواد وإزاحة الأجسام في اتجاه واحد أي في بعد واحد. وقد قام الرياضي الفرنسي [أوكستين لوي كوشي (1789-1857) Augustin Lois Cauchy] بتعميم (قانون هوك) ليشمل القوى المسلطة بثلاثة أبعاد على الأجسام المطاوعة، وبحيث تعتمد مثل تلك العلاقة المعقدة على ستة عناصر للشد تفعل فعلها لتوليد ستة من عناصر الاستجابة، وعليه تتولد لدينا علاقة معقدة من عناصر الشد والاستجابة تكتب على شكل مصفوفة ذات (36) حداً. أما ما يحدث حقاً داخل الكيان البلوري لأي عنصر أو فلز يُعرض للشد، فهو إزاحة مؤقتة لذراته القابلة للحركة داخل كيانه ذي الأبعاد الثلاثة والتي تزول لترجع كافة الذرات إلى اصطفاها السابق (أي إلى شكل الفلز السابق) حال زوالها.

### للفضوليين فقط:

- كان هوك من أشد المتحمسين والمدافعين عن نظرية التطور البيولوجي في الوقت الذي آمن غالبية المتعلمين والمثقفين بـ (كتاب التكوين - The Book of Genesis) فوجدوا أنفسهم في غاية الحرج أمام الأدلة العلمية (للأحافير والمتحجرات - Fossils).
- لقد احتدم الصراع والنزاع والكره بين (هوك) و(نيوتن) والذي كان السبب في ضياع

العديد من اختراعات الأول. لقد بلغ مقت نيوتن لهوك درجة جعلته يصر على إزالة كافة صوره من غرف وقاعات المجمع العلمي الملكي، كما وحاول إقناع المجمع مراراً برفض أعماله وحثهم حتى على حرق كتبه وأوراقه.

• أُعيد اكتشاف مخطط أحد اختراعات هوك - وهو جهاز لقياس العمق البحري عام (1950) في مكتبة كلية (Trinity - ترنتي) في (كمبردج - Cambridge).

• أُعيد نبش رفاة (هوك) في القرن الثامن عشر، فتبعثرت بقايا قبره وشاهدته في دهاليز المجهول.

• اخترع (هوك) آلة تعتبر شكلاً مبكراً لمساعدة الصم على السمع أسماها (المسمع الذاتي - Otocousticon).

• اقتنى المجمع العلمي الملكي في عام (2006) مخطوطة نادرة يعتقد أنها (لهوك) يعود تاريخها إلى القرن السابع عشر بمبلغ (1.75 مليون دولار)، شملت كل ما جاء في، والتفاصيل المذكورة خلال اجتماعاته ومحاضرها، وفيها عرّى هوك خصميه؛ اسحاق نيوتن (Issac Newton) وروبرت بويل (Robert Boyle) وادعى سرقتهم لأفكاره. كما سخر أيضاً في ملاحظاته تلك من خرف صانع الميكروسكوبات الألماني المعروف (انتون فان ليفنهوك - Anton van Leeuwenhoek) والذي (كان كثيراً ما يذكر ويسجل رؤيته للعديد من - الحيوانات - الصغيرة من تحت عدسة مجهره، خلال موجات هذيانه في حين قلما كان يجدها في صحوته).

## من أقوال العظماء:

لم يظلم وينسى التاريخ شخصاً كما ظلم ونسى (روبرت هوك) الذي يعتبر من أعظم ما أنجبته البشرية من فلاسفة الطبيعة والعلم. لقد كان الرائد والمبتكر والمخترع لـ... بؤبؤ الحجاب الحاجز للكاميرات وآلات التصوير وللمفصل ثلاثي الاتجاهات المستعمل في السيارات، وللرقاص الدائري للساعات، وكان أول من ابتدع كلمة الخلية (Cell) واستعملها في علم الأحياء وكان... (من بين ما برع فيه من أعمال) معمارياً ومجرباً فذاً وفلكياً نطاسياً... ومع كل ذلك لم يُعرف إلا بقانون المطاوعة الذي حمل اسمه. كان



هوك آخر عظماء فترة التنوير في أوروبا وكان (لناردو دافنشي الإنكليزي) بلا منازع.

عن مركز روبرت هوك العلمي

(www.roberthooke.org. UK)

لقد مني روبرت هوك بسوء الطالع ولاحقه النحس منذ ولادته وحتى وفاته...!! لقد كان شخصا سعى الهيئة أكسبته إصابته بالجذري منظر اقيحا ويّمه والده (بانصحاره) ولما يبلغ الثالثة عشرة من عمره. سرقت أكثر أعماله وشهرته وجُلّ بنات أفكاره ودُمرت الكثير من اختراعاته - عن قصد - أو فُقدت بعد وفاته في عام (1703).  
سميث

-. Maurice Smith, (Robert Hooke, The Inspirational Father of Modern Science in England).  
من كتابه (روبرت هوك - الأب الملهم للعلوم الحديثة في إنكلترا)

لقد كانت سرعة الانتقال من الفكرة إلى استبصار تطبيقاتها من أهم سمات هوك الفكرية... لقد كان بإمكانه إمطارك بفيض من الأفكار الملهمة اللامعة بلا توقف.

وستفول

Richard Westfall, (Robert Hook), in Dictionary of Scientific Biography

من المدخل المخصص له في (معجم سير العلماء الذاتية).

آمن هوك: (بقابلية واستطاعة الآلات على توسيع مدار كنا وإحساسنا بما حولنا وجعل حواسنا أكثر مصداقية وثقة، فلا بد من تجهيز كافة المنشآت بالآلات... بل ولا بد لنا من الشروع والاستمرار في إضافة الجديد منها إلى الطبيعة)، لقد شجع ليس على استعمال ما هو موجود فعلا من مكروسكوبات وتلسكوبات آنذاك فحسب، ولكنه حثّ أيضا على استباط ما يمكننا من الإحساس ب... ودراسة (المغناطيسية)؛ تلك الظاهرة التي لم تكن بينة لعيان الجميع آنذاك بعد.

بنت

J. A. Bennett, (Robert Hooke as a Mechanic and Natural Philosopher

مقتطف من كتابه (روبرت هوك، الميكانيكي والفيلسوف الطبيعي).

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[روبرت هوك (1635-1702) Robdrt Hooke] رياضي وموسوعي وفيزيائي إنكليزي اشتهر بقانون المطاوعة الذي يحمل اسمه... وبالعديد من الأعمال النظرية والتجريبية.

- ولد (روبرت) لأب متدين على إحدى الجزر البريطانية المسماة (ويت - Wight) والواقعة على الساحل الجنوبي لإنجلترا. أراد له والده دخول السلك الكنسي ولكنه سرعان ما تنازل عن طموحه لولده بسبب كثرة علل الابن وشكواه الدائمة من الصداع. لم توقع العائلة أن يعيش (روبرت) طويلا فلم تعر لتعليمه بالا ولا اهتماما، وترك بلا دراسة ليمارس ما تميل إليه نفسه وليعمل ما يسوقه إليه هواه. شغف بالألعاب الميكانيكية والساعات وما شابه ذلك، وغما لديه حب التفكير والابتكار فاخترع ساعة خشبية وبنى نموذجا مصغرا للسفينة كاملة التجهيز، بما في ذلك مدافعها التي تطلق النار.

- قرر والده الذي كان قد أصيب (باليرقان)<sup>(1)</sup> عام (1648) إنهاء معاناته وكمده الذي طال فشنق نفسه. قررت العائلة المفجوعة بفقيدتها الرحيل إلى لندن لاستثمار موهبة الشاب روبرت بالرسم وإحماقه كمتدرب تحت يد أحد الفنانين في مرسومه، ولكن الشاب الطموح سرعان ما فقد اهتمامه بذلك وصار يبحث عن تعليم أعمق وأكثر تعقيدا وأهمية فعقد عزمه على الالتحاق بمدرسة وستمنستر (Westminster School) ونجح في ذلك أيما نجاح حتى أنه (التهم) الأجزاء الستة لكتاب (العناصر - Elements) الشهير لـ (أقليدس - Euclid) ولما ينصرم الأسبوع الأول من دخوله إلى تلك المدرسة. ظهر نهم (كوك) جليا ومبكرا للتحصيل العلمي والاستزادة فتعلم وأتقن اللاتينية والإغريقية وشيء من العبرية كما برع في العزف على الأرغن. وداوم في سعيه ذاك، فدخل عام 1653 كلية كرايست -

(1) Jaundice - أو أبو الصفار - فشل تعامل الكبد مع مادة البليروبين وطرحها حرة إلى الدم مما يؤدي إلى اصطبغ عموم الجلد وقرنية العين بالأخضر باللون الأصفر. (المترجم)



Christ College) في أكسفورد، حيث درس علمي الفلك والميكانيك، هذا وقد برع هوك خلال حياته وتميز بقابليته على هضم واستيعاب العديد من الحقول العلمية فتوسعت اهتماماته وتشعبت دراساته حتى شملت:

- العديد من حقول العلم كالفيزياء، وعلوم الفلك، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض، والهندسة المعمارية، وحتى تقنية الملاحة العسكرية البحرية. وكثيراً ما تراحت الأفكار داخل رأسه حتى أنه كان كثيراً ما يرى وهو منشغل بالعديد من الأعمال، منغمساً بالكثير من المشاريع، في مواضيع مختلفة في ذات الوقت.

- في عام (1655) عيّن (روبرت بويل 1627 - 1691) (Robert Boyle) الشاب (هوك) مساعد له لبناء مضخة الهواء التي كان (بويل) يصعد إنشائها لإكمال تجاربه اللازمة لوضع الصيغة النهائية لقانونه في الغازات، ويعتقد بعض المؤرخين أن (هوك) نفسه هو من كان وراء الصياغة الفعلية (لقانون بويل) المذكور ولكن لا أحد يعلم ما كان دوره بالضبط في تلك التجارب.

- في الوقت الذي كان فيه (هوك) مشغولاً بتجاربه في موضوع الغازات مع (بويل)، كان منغمساً أيضاً في تجاربه وأعماله لتحسين الساعات، وخصوصاً تلك التي سيكون بإمكانها ضبط الوقت على السفن وسط المحيطات والبحار. لقد أدرك هوك - وفي وقت مبكر - عدم جدوى البندول لضبط الساعات على السفن المترنحة بفعل الأمواج، وعليه فقد فكر ببدائل أخرى، ووجد أن استخدام (النوابض بدل الجاذبية) لهو الحل الأمثل لتزويد مثل تلك الساعات الميكانيكية بالطاقة. شرع هوك في تنفيذ أفكاره في أواسط عام (1658) ونجح في بناء ساعة تُدار بنوابض حلزونية كما استطاع تطوير وتحسين طرق نقل الحركة الميكانيكية فيها وزيادة دقتها.

- وفي الوقت الذي كان فيه منغمساً في تجاربه حول الساعات، اكتشف قانونه المعروف باسمه الآن، والذي حاول تطبيقه على ساعاته وإيجاد العلاقة بين قوة الشد المسلطة على نوابضها الحلزونية ومقدار مطاوعتها ومرونتها لتقبل مثل ذلك الشد. ولكنه لم يتمكن من نشر قانونه ذاك وجعله في متناول العلماء وإيصاله إلى إدراك العامة إلا في عام (1678).

ومن الجدير بالذكر هنا أنه على الرغم من كون ذلك القانون لا يمثل فتحاً مبيناً في تاريخ الاكتشافات ولا الاختراعات إلا أنه لم يسبقه أحد إليه دقة ووضوحاً.

— تمكن هوك في عام (1664) من تسجيل وجود بقعة على الحزام المحيط بكوكب المشتري، كان ذلك لأول مرة، ولأول مرة اعتقد هوك أن ما رآه وما شاهده الفلكيون بعده إنما هو إحدى الظواهر الثابتة لذاك الكوكب وليس مجرد ظل لأحد أقماره عليه. هذا ومن الجدير بالذكر أن هوك كان وجمعية بعض فلكيي تلك الحقبة العظام من أمثال الفلكي الإيطالي [جيوفاني دومنيكو كاسيني (Giovanni Domenico Cassini) (1625 – 1712)]. والرياضي والفيزيائي الألماني الشهير [كرستيان هيكنز (Christiaan Huygens) (1629– 1695)] من أوائل الفلكيين الذين نذروا أنفسهم لمراقبة سطح كوكب المشتري ذي الحلقات المذهلة بدقة وروية منقطعتا النظر.

— تسنّم في عام (1665) كرسي الأستاذية في الهندسة في كلية (كريشام – Gresham) بلندن والذي مكّنه من التمتع بمزية السكن الجامعي في الكلية وإلقاء المحاضرات في اللغتين الإنكليزية واللاتينية على حساب تعهده الشخصي بعدم الارتباط والزواج خلال فترة بقائه في الكلية.

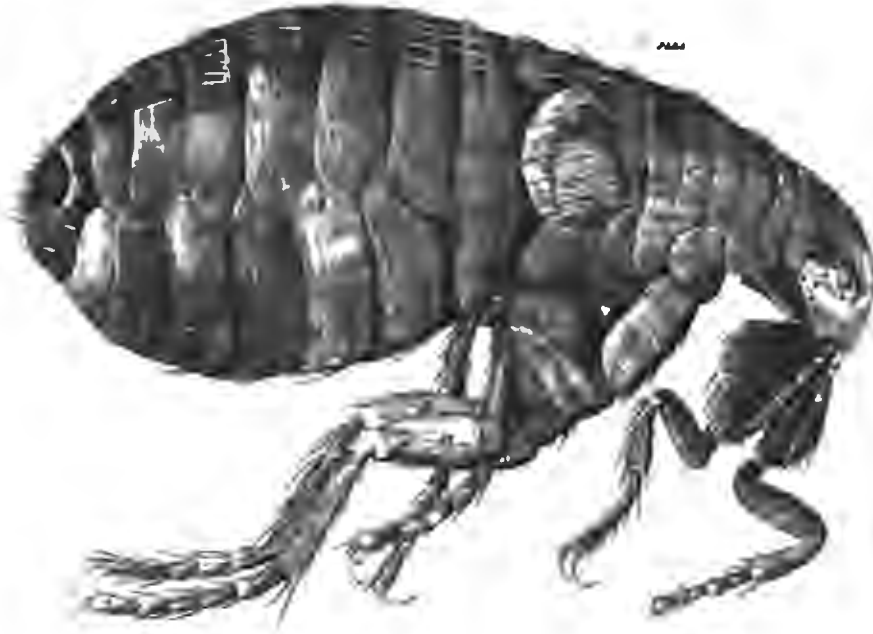
— وما يشهد له التاريخ؛ قيام هوك في عام (1665) بنشر كتابه القيم (المايكروغرافيا – micrographia) أو الموجز، والذي كان قد نشر فيه صوراً مذهلة لكثير من مشاهداته الميكروسكوبية مع ملاحظاته للعديد من النماذج المتنوعة والتي تفاوتت ما بين نماذج نباتية ونماذج حيوانية، وحشرات متنوعة كالبراغيث مثلاً. لقد كان هوك أول من صاغ كلمة حجرة (Cell) وعنى بها وحدة بناء الكائن الحي سواء نباتياً كان أم حيوانياً ولعل ملاحظته المستمرة لوحدات بناء النبات (الحجيرات أو الخلايا) وفي مقارنة لها ببيوت النساك المحفورة في الصخور والجبال ما ألهمه إطلاق ذلك الاسم عليها وقد وفق في تلك التسمية كل التوفيق، وإليك ما كتبه في كتابه (المايكروغرافيا) حول وصفه لوحدات بنية قطعة من الفلين حين قال:

((لعل خير ما يخطر على بالي عند تمعني وفحصي لكل تلك الثقوب هو تشبيهها بخلية

النحل، هذا وإن كانت لا تضاهي خلايا النحل في هندستها ونظامها حقاً إلا أنني متأكد



— والحق يقال — بآني لم أر أبدا ما يشابه مثل تلك (الثقوب) أو (الحجيرات) من قبل، ولعلي على يقين من عدم رؤيتها من قبل أحد غيري لأنني وبساطة لم أقع على أي نص لكاتب أو ملاحظة لعالم سبق وأن وصف ما أشاهده الآن بأم عيني).



البرغوث، مقتبس من (المايكروكرافيا)، مؤلف هوك الذي نشر عام 1665.

كان للمؤلف الضخم والعمل العظيم الذي قام به (هوك) والمسمى (بالميكروكرافيا أو الموجز) صدا واسعا اهتم بتحقيقه ودراسته الكثيرون، من أمثال (روبرت وستفول - Robert Westfall) الذي كتب عن ذلك العمل في معجم سير العلماء الذاتية ما يلي: (ستظل (الميكروكرافيا) قمة الإنجازات العلمية في القرن السابع عشر بلا منازع، حيث ضمت بين دفتيها باقة عطرة مفصلة من الدروس والعبر من شتى ممالك الحيوان والنبات وعالم المعادن.

وأهم ما يميزها فوق كل ذلك إلقاءها الضوء وفتحها الباب على مصراعيه على أهمية المجهر وما يمكن

أن يقدمه هذا الجهاز العلمي الفريد لعلوم الأحياء).

لقد شغل (روبرت هوك) إضافة إلى كل ما سبق، منصب عمدة (مدينة لندن) وقد أشرف بنفسه، وساعد بجدارة في عمليات إعادة إعمار المدينة بعد الحريق العظيم الذي دمرها عام (1666). ومن بين أعماله بعيد ذلك الحادث، قيامه بتصميم العديد من المباني مثل مستشفى بثلم الملكية (Bethlem Royal Hospital) والكلية الملكية للأطباء (Royal College of Physicians) حتى إن قبة كاتدرائية القديس بول (St. Paul's Cathedral) كانت قد شُيّدت وفق تعاليمه في البناء.

من بين ما شغل به هوك، واستنزف الجزء الوفير من وقته، كان دراسته لعلم طبقات الأرض وعلوم الحفريات، وقد شاعت في زمانه وانتشرت العديد من النظريات التي تفسر مصدر المتحجرات والأحافير الحيوانية والنباتية، والتي كان كثيرٌ ما يعثر عليها العلماء والعامّة في مختلف الغابات والجبال، وعند ضفاف الأنهار وقرب سواحل البحار. ومن بين أغرب تلك النظريات - التي كانت واسعة الانتشار، بل وشديدة القبول في ذاك الزمان - تلك التي افترضت (نمو) المتحجرات داخل جوف الأرض بطريقة تُشابه إلى حد ما (نمو) الأجنة في الأرحام، فلقد افترض وجود (قوة تشكيل غامضة) لها قابلية توليد الصور المتحجرة لكافة المخلوقات وطبعها على الصخور. نال (هوك) شرف كونه أول من أفاض اللثام عن أسرار عالم المتحجرات بواسطة مجهره، فقد لاحظ التشابه التام بين أشكال وتفاصيل الأخشاب ونجوم البحر المتحجرة، مع مثيلاتها من الأخشاب الطرية. بمثيلاتها المتعفنة ثم بأشباههما المتحجرة واستنتج بعد بدقّة وأتقن مقارنة الأخشاب الطرية بمثيلاتها المتعفنة ثم بأشباههما المتحجرة واستنتج بعد طول بحث وتمحيص بأن للخشب إمكانية التحول إلى حجر عبر عمليات تحلل متعددة ومعقدة وعبر فترات طويلة جداً من الزمن فكتب يقول في (الميكروكرفيا) البديعة:

((لقد استحال هذه الأخشاب المدفونة وخلال فترات مكوثها مغمورة ومشبعة بالمياه

المقادمة (أي تلك التي تشبعت بالحجارة الدقيقة والجزئيات الضئيلة)<sup>(1)</sup>، وبواسطة

(1) لاحظ عدم إتيان هوك على ذكر (الألاح الذائبة في المياه) كون مصطلحات الأملاح والمركبات لم تكن قد عرفت بعد. (المترجم).



الانفصال التدريجي والمتكرر عبر الزمن للجسيمات الحجرية من الماء المتغلغل ما بين طياتها وأجزائها، والذي فعل فعل المادة الناقلة أو الواسطة الحاملة لها وترسيبها ليس فقط إلى داخل ثقب الأخشاب المجهرية (ويقصد بها حجيرات وخلايا الخشب)، وإنما ساعد في تغلغلها إلى الأغشية الفاصلة بين تلك الثقوب أيضاً، وعليه يظهر لي من خلال النظر إليها عبر المجهر أنها متحجرة قاسية وصلبة، إضافة إلى احتوائها على كافة تفاصيل مثيلاتها الثلاثي نراهن طرية بين أيدينا)).

لقد استطاع (هوك) التوصل إلى... بل وآمن بحقيقة (الانقراض) حين قال: لاشك أن العهود الغابرة والأزمان البعيدة كانت قد شهدت وجود العديد من أنواع المخلوقات التي لا نجد لها أثراً اليوم، وليس من المستبعد - بناء على ذلك - أن يكون ما نشاهده الآن هو أنواع جديدة حديثة منها لم تكن موجودة آنذاك.

لقد بهرت (الميكروكرافيا) السواد الأعظم من الناس لاستطاعة هوك - فيها - النظر إلى، ووصف العديد من الأشياء المعتادة بطريقة بدت في منتهى الغرابة والإعجاب مثل رؤية رأس الإبرة المدبب على شكل (جزء) كبيرة تحت عدسة المجهر، ولم يأل جهداً للنظر إلى، ووصف كل ما وقعت عليه عيناه وامتدت له يدها بما في ذلك القمل والبراغيث وإبر النحل العاقصة وأعين الذباب!... والتي مثلت صورا جذابة مذهلة كانت الملهم الأساسي، والصّنوان القادح لأفكار العديد من العلماء والكتاب العامة والحافز لقرائتهم جميعاً.

لقد أبدع (ألن دريك - Allen Drake) في وصف وإخراج مساهمات (هوك) وما أضافه لعلم طبقات الأرض في كتابه الموسوم: (العبقري المضطرب: روبرت هوك وأفكاره الحجرية) حين قال:

لقد انبهر كل خبير بعلم الأرض وتعجب حينما اطلع على كتاب روبرت هوك (الإفصاح عن أسرار الهزات الأرضية) لما امتاز به من قابلية فذة للتنبؤ، وحديث فريد لاستشراف ووضع الفرضيات الخاصة بتكوين الأشكال والتضاريس الأرضية، وتفسير مصدر المتحجرات وشرح نظرية التطور... إلى ما هنالك من توضيح للكثير من التغيرات والتقلبات والتي ما فتئت تحدث على هذا الكوكب. وعليه فليس من المحاباة

اعتبار (هوك) واحداً من أكابر علماء الأرض في التاريخ كما كان الموجد والمطور للكثير من الحقول العلمية والتكنولوجية الأخرى.

شغف هوك بعلم النفس وهام بفهم طريقة عمل الرئتين. ففي إحدى تجاربه اقنع أصحابه بضخ الهواء خارج خزانة حديدية ضخمة محكمة حبس نفسه داخلها!!

لم تسعفني مصادري في الاهتداء إلى ما دار في خلد هوك وما أراد أن يستنتج من وراء تلك التجربة ولكن ما يؤكده التاريخ وتدعمه المصادر هو أنه بعمله ذاك كان قد أتلّف أذنيه وأسلم نفسه للصمم من جرائها!! ومن المرجح أنه كان يروم دراسة واختبار تأثيرات انخفاض الضغط الجوي على أجساد البشر. هذا وقد عمل في تجربة أخرى على فتح صدر كلب وإيقاف حركة رئتيه وإخراجهما من صدره، ثم عمد إلى إلصاقهما ببالون مطاطي يجهزهما بالهواء باستمرار وذلك من أجل دراسة أهمية القفص الصدري، وكيفية عملهما في فعالية التنفس خارجه.

لقد كان هوك مخترعاً غزير الأفكار والإنتاج بلا منازع في ميدان ابتكار وتطوير الساعات، ولعله من الأرجح أن يكون قد اخترع (الناض القبان) الذي يتمدد بفعل الثقل المعلق به ويرتد إلى موضعه الأول دالاً على وتيرة منتظمة، وقد درس الألوان المتولدة من مراقبة الأغشية الرقيقة وطبقات (الميك)، كما درس، واخترع، وطور العديد من أجهزة القياس (كالبارومتر - Barometer)، وهو المضغط لقياس الضغط الجوي و(الانيمومتر - Anemometer)، وهو المبراح لقياس إزاحة الرياح و(الهيكروميتر - Hygrometer)، وهو المرطاب لقياس درجة الرطوبة في الهواء، ولقد استوحى هوك فكرة اختراعه لذلك المرطاب من ملاحظة ذكية طريفة عندما تأكد من أن شعر ذقن العنز يلتوي عند جفافه ويستقيم عند ترطبه! مما يعكس دقة ملاحظة اتسمت بالحدة ورجاحة عقل اتسمت بالعبقريّة. ومما يؤسف له أن مخترعنا العبقري هذا كان متبرماً بحاله، غير راض على تقييم زملائه له، أسفاً على نحوه منحى المخترعين، رغم شغفه المتناهي بتلك الصنعة، فعلى سبيل المثال إليك ما كتبه (جم بنت - Jim Bennett) عن المعاناة والمرارة التي تجرّها صاحبنا في حياته وبين أقرانه في كتابه (روبرت هوك: الميكانيكي والفيلسوف الطبيعي) حيث قال:

((طعمت المرارة معظم محاضرات كوك وأطروحاته في أواخر أيامه، حيث كثيراً ما يمكنك



إحساس لوعته وهوانه على نفسه يتدفق من بين سطور ما كتبه ويتجسد من بين حروف ما تفوه به، فلقد عانى هو بنفسه وآمن بمصير المخترعين المشترك فوصف معاناته ومعاناتهم من التهكم والسخرية وقلة الاهتمام والإهمال والحيف، رغم ما يحف بصنعتهم تلك من صعوبات ومضايقات تجبرهم دائما على طلب الكفاف والاقتصاد، فهم مظلومون أينما حلوا؛ تطمس حقوقهم وتُسرَق جهودهم وغالبا ما يُنسب الصالح من أعمالهم لغيرهم...))

ذاك كان المناخ الذي عاش فيه هوك وعاصره، ولكن إصراره على المواجهة والمطالبة كان قد أكد أصل معدنه وشرف هدفه، الأمر الذي هداه إلى اختراعات وأفكار أخرى، منها اقتراحه الحصيف باختيار درجة حرارة (الصفير) كعلامة للدرجة انجماد الماء، واختراعه للمنفخ الهوائي الذي ظل قيد الاستعمال لسنين طويلة، وتمكنه من تصميم وبناء أقوى المجاهر في زمنه حتى إنه تمكن من رفع قوة التكبير إلى 30 مرة. كما أنه كان أول من ابتكر (المفصل العملي الشامل - Uneversal Joint) وأول من اخترع المرقاب الفلكي (التلسكوب - Telescope) الكريكوري<sup>(1)</sup> العاكس (وهو مرقاب تتوسط قلبه مرآة أساسية على شكل القطع الناقص - Parabolic)، كما كان أول إنسان شهد له التاريخ اكتشافه لنجم ثنائي، وهو الاسم الذي يطلق على تشكيلة من نجمين يدوران حول مركز كتلتهما، كما كان أول من اقترح - وبعبقريّة منقطعة النظير - مبدأ التربيع العكسي للتعبير عن تصرف قوى الجاذبية، إلا أن الوسيلة الرياضية لإثبات ما ذهب إليه لم تكن في متناول يده آنئذ. ولكن الحقيقة ستظل ماثلة تشهد بفضيل أفكار (هوك) وطروحاته على بلورة أفكار (نيوتن) ونظرياته حول ذلك المبدأ رغم فشله هو نفسه في اكتشافه.

لقد كره (هوك) و(نيوتن) أحدهما الآخر ومقته لسنين طويلة تخللتها العديد من السجالات، وتربّص أحدهما بالآخر، فقلد استشاط نيوتن غضبا في عام (1672) حينما

(1) (1) نسبة إلى Pope Gregory I - أحد القساوسة العظام (540 - 604 ق.م) وسمي بالقديس، ويكرري المتحدث وكان كاتباً مستشاراً ملهما وقد شغل منصب طبيب الكنيسة وأحد الآباء الستة اللاتينيين، ويعتبر آخر البابوات الصالحين وهو مثال للمسيحيين والمغنيين والطلاب والمعلمين في المسيحية، ومنح اسمه لقباً لمن خلفه في السلك البابوي. (المترجم).

انتقد (هوك) بشدة تجاربه وإيضاحاته حول استعمال (الموشور) لفصل الضوء الأبيض إلى مكوناته الملونة السبعة المعروفة. وفي عام (1679) اقترح هوك على نيوتن - وخلال حديث هادئ نادر دار بينهما - إمكانية وجود علاقة جذب بين الأجسام الكونية وأن هذه العلاقة لا بد وأن تتخذ شكل تناسب التربيع العكسي... لقد أغفل نيوتن - وكما كان متوقعا - أي ذكر لغريمه ولفكرته، ونسبها كاملة لنفسه عند نشره لكتابه ذائع الصيت المبادئ الرياضية (Principia Mathematica) عام 1687، وتهكم ببساطة واستعلاء عند رده على استفسار غريمه قائلا: (أسأخذ بقول كل قائل بأن هناك إمكانية حدوث أمر ما ونكافئه بالثناء والتبجيل، إن قولك - بوجود حقيقة ما شيء وإثباتها رياضيا - وهذا ما أخفقت أنت فيه - شيء مختلف تماما). وبالإضافة إلى احتقار (نيوتن) له، فقد مر ذلك العام و(هوك) غارقا بالأحزان، ويلفه الإحباط، فقد شاء القدر أن ينتخب ابنة عمته (والتي كان حبها قد ملك سويداء قلبه عليه) إلى جواره في ذاك العام مما أثر سلبيا على صحته فبدأت بالتهور السريع. وصفه كاتب سيرته الذاتية (ريجار د وستفول - Richard Westfall) في مؤلفه (معجم سير العلماء الذاتية) بأنه:

((كان ذا كيان جسدي ونفسي مقهور، مشوه ومتهاك، أضافت تعاسه مظهره إلى تعاسه صحته الكثير. أضف إلى ذلك تميزه بشخصية عصابية قسرية جعلته دائم الحساب لنفسه مانعا إياها من مجرد ترف الشعور براحة البال ولو ليوم واحد. لقد كانت شخصيته الحادة المتقلبة وظهره المقوس المعوج خير قالب يصب فيه ماراثون أحزانه وأكوام شجونه ودوام تقريره لذاته)).

يكاد يجزم أطباء العظام اليوم بإصابه هوك بداء تقوس العمود الفقري (Scoliosis) وهو عبارة عن داء تآكلي مزمن يؤدي إلى الانحراف غير المتناسق للعمود الفقري وتقوسه في غير موضعه الطبيعية. طويت صفحة هذا العالم الجليل في مساء يوم الثالث من شهر آذار (مارس) من عام (1703) بعد أن أصيب بالعمى من جراء تفاقم داء السكري الذي سبق وإن عانى الأمرين منه طويلا حتى أكلت جلده تقرحات الفراش المؤلمة لعام كامل قبل ذلك.



لم يتزوج (هوك) قط رغم يسر ذات يده، فقد كانت مهمات المسح الجيولوجي التي قام بها تدر عليه الكثير. لا تجدد اليوم أي شاهد على مرقد رفاته فقد طُمس قبره فلن تجد إليه اليوم سبيلاً. وأخيراً سُميت إحدى فوهات القمر وهي بعرض (36 كيلومتراً) باسمه الأمر الذي صادقت عليه الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1935)، كما سُميت إحدى فوهات المريخ باسمه كذلك.

أرنخ (ستيفن انوود – Stephen Inwood) مؤلف كتاب [ العبقري المنسي: روبرت هوك (1635–1702) ] للحظات وداعه الأخيرة قبيل مواراته الثرى ووصفها كما يلي:

(أسجي جثمان الدكتور روبرت هوك، شاغل كرسي (الأستاذ كريشام – Gresham) للهندسة ومنظر ورائد تجارب المجمع العلمي الملكي، على سريره، وقد لفته الكتابة، وطفى المنظر الأليم عليه في ماته الآن، كما كان يغشاه في حياته قبل ذلك؛ محاطاً بمسائل بالية من خرق ثوبه المجدد الملفوف حول جسده النحيل، وقد ملأت طياته جماعات (القمل) إلى الحد الذي أبعد الجميع عن مجرد التقرب لإلقاء نظرة الوداع الأخيرة عليه. آلت الأموال والثروة التي تركها هوك لإحدى قريباته (ولعلها كانت ابنة عمه) إليزابيث ستيفنز (Elizabeth Stephens) والتي خير ما عرفت به هو جهلها المتقع وختم توقيعها الذي حمل شكل «خطاف قرصان»).

كتبت (ليزاجاردن – Lisa Jardine) في مؤلفها الموسوم (الحياة المثيرة الغامضة لروبرت هوك) تؤكد عدم خلود الكثير من أعمال (هوك) بعده رغم العشرات بل والمئات من الأفكار والإنجازات التي قام بها فعلاً في حياته قائلة:

((جُلّ ما يعرف به هوك الآن هو كونه ذلك العالم المضروب، صعب المراسي، سعى المعشر، والفيزيائي الجامع (لكل العلوم) سعى الحظ، والعدو اللدود للسر اسحاق نيوتن، ومن المؤسسين المغمورين للمجمع العلمي الملكي. ولكن على الرغم من سطوع ولعان اسمه في سماء القرن السابع عشر وإضاءته لحياة إنكلترا العلمية آنذاك لكثرة إنجازاته في حقول معرفية متنوعة متباعدة تراوحت ما بين التشريح البشري إلى الرسم التخطيطي، ومن المعمار الهندسي إلى صناعة الآلات العلمية، إلا أن سحرية القدر أبت إلا أن تنسى

أعماله جميعا فصار لا يعرف اليوم إلا بقانونه للمطابقة)).

## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Bennett, Jim, "Robert Hooke as Mechanic and Natural Philosopher," *Notes and Records of the Royal Society of London* 35(1): 33-48. July 1980.

Bennett, Jim. Michael Cooper. Michael Hunter, and Lisa Jardine. *London's Leonardo: The Life and Work of Robert Hooke* (New York: Oxford University Press, 2003).

Drake, Ellen. *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts* (New York: Oxford University Press, 1996).

Hooke, Robert, *Micrographia* (digital download version): see [www.gutenberg.org/etext/15491](http://www.gutenberg.org/etext/15491). Available on CD-ROM (Oakland, California: Octavo, 1998).

Inwood, Stephen. *The Forgotten Genius: The Biography of Robert Hooke 1635-1703* (San Francisco: MacAdam/Cage Publishing, 2005).

Jardine, Lisa, *The Curious Life of Robert Hooke: The Man Who Measured London* (New York: Harper Perennial, 2005).

"Robert Hooke"; see [www.roberthooke.com](http://www.roberthooke.com).

Westfall, Richard, "Robert Hooke," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

إن قطع الشياخ الذي يتألف من أفراد منفصلين مستقلين الواحد منها عن الآخر لهو قطع بالافتراض الذي ألبسته إياه في تصورنا فحسب. إن صفة الجمع والجماعة هي مفهوم استعاري أضفاه عليه الإنسان وحسب، بمعنى أنه مفهوم (خيالي) يتحقق بالإدراك البشري لا غير.

والآن وكما نعلم فإن لهوك كان سبق الريادة في إثبات حقيقة تكون الجسم البشري من آلاف الملايين من الوحدات الصغيرة التي أسماها (الحجيرات أو الخلايا)، وبناء على ذلك؛ ألا يمكن (كما يحدث عند إحاطة أفراد القطيع بهالته كافتراض خيالي محض كما أسلفت) أن يكون (الجسم) هو الهالة الافتراضية الخيالية التي أسبغها الدهن على مجموع تلك الخلايا ليس إلا!!.

ستيفنسن

Neal Stephenson, Quicksilver

مقتطف من كتابه (المتقلب)<sup>(1)</sup>.

(1) Quicksilver - معناها اللغوي، المعدن اللامع كالفضة والسريع التحرك كالماء ويعني بذلك عنصر الزئبق فضي اللون، سائل القوام. أما اصطلاحاً فهي صفة تُطلق على عباقرة الرجال والعلماء (لأنهم كمعدن الفضة رونقا وثمنا ويمتازون أيضا بالمزاج المتقلب غير المتوقع والمتعكر دائما كمزاج المولودون تحت برج كوكب (عطارد - Mercury). وقد انطبقت كل تلك الصفات على (موك). (الترجم).



لقد سكن الإنسان الأرض وعمرها، ودارت الكواكب بنسق في أفلاكها، دون أيما حاجة أو إدراك لمفهوم النماذج الرياضية للكون، والتي بمجموعها لا تغفل سوى وسائل تصوّرية لا وجود لها إلا في ذهن البشري الذي أوجدها. صحيح يمكننا اعتبارها الجذر الأساسي والنبع الصافي لوصف النظام وحسابه (على مستوى الزمكان الذي نعيش فيه والذي يمكننا وصفه بدقة على الأقل)، وصحيح أننا لن نتفاجأ باكتشافاتنا للعالم وهو يتقاد للنماذج الرياضية التي نستنبطها برشاقة وسلاسة ولكن علينا أن لا ننسى أن الكون بما فيه كان وسيظل دائراً منتظماً حتى بعد زوال الإنسان وذهنه الذي أبدعها، تماماً كما كانت دائرة منتظمة قبل وجوده.

بائك مان

Keith Backman, (The Danger of Mathematical Models), Science, October 20, 2006.

مقتطف من مقالة منشورة له في مجلة (العلوم) بعنوان (خطورة النماذج الرياضية).

في البداية كانت إرادة الله (سبحانه) فانبعثت الأبعاد الأربعة من بين ثنايا القوضى، ثم ساوت مجاميع الأفعال وما أحاطها صفراً، وبذلك وُلد الضوء فوصلح حال الكون!!

كاكو

Michio Kaku, (Parallel Universes, the Matrix, Kurzweil AI. net and Superintelligence)

- رسالة على قميص من جامعة باركلي كما نقلها كاكو.

في مقالاته (الأكوان المتوازية والمصفوفات والذكاء الخارق).

لا يُبنى العلم في حقيقة كيانه ووجوده على الرياضيات ونماذجها... وإنما يُبنى على الأمانة الذهنية وصفاء سرائر العلماء الذين أوجدوها.

هاريس

Sam Harris, La Jolla Meeting (Beyond Belief 2006, Science, Religion, Reason and Survival) November 2006.

مقتطف من مقالاته (ما وراء الاعتقاد، العلم والدين والمنطق والبقاء).

نعم... أنا أؤمن بوجود القوانين الأساسية، ولكن... لا أؤمن بإمكانية إدراك (النظرية النهائية الجامعة

لكل شيء) سيلا، وكل ما أعرفه وأدركه وأؤمن به هو أن القوانين الوحيدة التي سنجدتها ونطبقها هي وحدها تلك التي (نفرضها) نحن على الطبيعة بالطريقة التي ننظر نحن بها إليها.

أمبروز

David Ambrose, Superstition

مقتطف من كتابه (التطير)

إذا افترضنا وجودنا في واقع محاكي لواقعنا الفعلي فلا بد لنا أن نتوقع بعض الرموزات المفاجئة هنا أو هناك، والقليل من التزيغ يلحق بثوابتنا التي افترضناها والقوانين الطبيعية التي ابتكرناها بمرور وتقدم الزمن عليها. أنا على يقين أن (لشطحات) الطبيعة ولومضات زغيبها السلبية والمفاجئة من الأهمية في تطور نضج الإدراك الإنساني كما لدور تلك القوانين في تقدمنا نحو فهم الحقيقة ذاتها.

بارو

John Barrow, (Living in a Simulated Universe).

مقتطف من كتابه (العيش في الكون المحاكى)

كيهودية متديسة، لا أراي أجد أي حرج، ومهما كان في الإيمان بمفهوم (الإدارة العاقلة) لخلق الكون، فإني أفترض ولادة التطور كرمزة واحدة مع المادة التي أوجدت (الانفجار العظيم)... أو التي أوجدتها. لقد خلق (الموجد سبحانه) الكون ووضع فيه قوانينه الصارمة التي تحكمه والتي لا حولَ له عنها.

مايلان


Marysia Meylan, New York Times.

عن النيويورك تايمز



## قانون بويل للغازات

### BOYLE'S GAS LAW

 أيرلندا، 1662 - في درجات الحرارة الثابتة، يتناسب ضغط أي غاز عكسياً مع حجمه.  
معاور ذوات علاقة:

روبرت هوك (ROBERT HOOKE)، وقانون شارل للغازات (CHARLES'S GAS LAW)، وقانون أفوكاردو للغازات (AVOGADRO'S GAS LAW) وقانون دالتن للضغوط الجزئية (DALTON'S LAW OF PARTIAL PRESSURES)، وقانون كراهام للتناضح (GRAHAM'S LAW OF EFFUSION)، وقانون الغاز المثالي (IDEAL GAS LAW).

#### من أحداث عام 1662:

- باع ملك أنكلترا (شارل الثاني) ميناء مدينة (دنكيرك - Dunkirk) إلى فرنسا مقابل 400,000 باوند.

- سُكّت آخر الأفلاس (Pennies) الفضية في لندن.

- نشر التاجر البريطاني (جون كرانست - John Graunt) أول كتاب في علم الإحصاء، والذي احتوى ولأول مرة على جداول تبين الأعمار المحتملة التي قد يبلغها سكان المدن قبل وفاتهم. مهد كتاب (كرانت) هذا الوضع الأسس الحقيقية لعلمي الإحصاء والإحصاء السكاني.

#### نص القانون وشرحه:

في عام (1662) درس الكيميائي والفيزيائي والمخترع الأيرلندي (روبرت بويل) العلاقة بين ضغط غاز ما (P) وحجمه (V) في الآنية المغلقة وفي ظروف حرارية ثابتة، وتوصل إلى أن حاصل ضرب ضغط أي غاز بحجمه يكون قيمة ثابتة تقريبا، فوضع قانونه على الشكل التالي:

$$P \times V = C$$

فحمل هذا القانون اسمه تكريماً له. وإليك مثالا تطبيقيا على ذلك: لنفترض وجود كمية معينة من غاز ما محصورة في إناء محكم مغلق بغلاف متحرك ولنفترض كذلك أن لذلك الغاز حجماً أولياً مقداره (5 أمتار مكعبة) وأن الضغط المسلط عليه قد بلغ (1.0 كيلو باسكال واحد)، والآن إذا حرصنا على إبقاء درجة حرارة الإناء، وبالتالي درجة حرارة الغاز الذي بداخله ثابتة وحرصنا أيضاً على ثبات كمية الغاز المحصور داخله (ونعني بكمية الغاز مقدار الأوزان العيارية (عدد المولات) من ذلك الغاز، وبدأنا بوضع بعض الأثقال على سطح غلاف الإناء المحكم والمتحرك وذلك لزيادة ضغط الغاز داخله، فإننا سنجد أن حجم ذلك الغاز سيقول من (5) إلى (1.25 متر مكعب) إذا ما ارتفع ضغطه داخل الإناء أربعة أضعاف، أي إلى مقدار (4.0 كيلو باسكال).

وسنستنتج أن حاصل ضرب حجم الغاز في ضغطه في الحالتين سيبقى ثابتاً بحيث

$$5 \text{ م}^3 \times 1 \text{ ك با} = 1.25 \text{ م}^3 \times 4 \text{ ك با}$$

ملاحظة: سيأتي توضيح مفهوم الأوزان الجزيئية العيارية (المولات) عند حديثنا عن قانون (افوكادرو - Avogadro) للغازات.

قد يحمل (قانون بويل) أحياناً اسم (قانون بويل - ماريوت) وذلك لتوصل الفيزيائي الفرنسي [ادم ماريوت (1620-1684) Edme Mariotte] إلى اكتشاف ذات القانون بصورة مستقلة. ولكنه لم يتمكن من نشره قبل عام (1676). وإليك فيما يلي وصف تجارب (بويل) بالكلمات التي استعملها هو ذاته منقولة من الطبعة الثانية لكتاب (تجارب جديدة في حقل الفيزياء الميكانيكية)، والتي جاء فيها:

((تناسب ضغط غاز ما عكسياً مع قابلية تمدده أو انكماشه؛ خذ الهواء على سبيل المثال،

والذي يولد ضعف مقدار الدفع الذي يسلطه على نابض متصل بغطاء إنائه المحكم إذا

ما اختزلنا حجمه إلى النصف، وإذا ما صغرنا هذا الحجم إلى نصف حجمه فإنه يسلط

مقدار قوة دفع على ذات النابض مقدارها أربعة أمثال قوة الدفع التي يملكها الهواء الحر)).

يُرِينَا استعمال المحقنة الطبية (Syringe) الاعتيادية تطبيقاً آخر لقانون بويل؛ فعندما يدفع



الطبيب مكبس المحقنة فإنه بالحقيقة يعمل على زيادة الضغط داخلها الأمر الذي يؤدي إلى قلة حجم الحيز المتاح للدواء فيها مما يجبره على أن يمر خلال الإبرة إلى جسم المريض. وبنفس المنطق سيتمدد حجم منطاد التجارب الذي يُطلق من على سطح البحر عند ارتفاعه في الجو لأنه بصعوده إلى طبقات الجو العليا منخفضة الضغط سيقبل ضغط الغاز فيه فيكبر حجمه، وبنفس المنطق أيضا عندما نستنشق الهواء، يتحرك حجابنا الحاجز المكوّن لقاعدة تجويف الصدر الحساوي على الرئتين والقلب إلى الأسفل فيكبر حجم التجويف الصدري، مما يُقلل من ضغط الهواء المتواجد في الرئتين الأمر الذي يدفع الهواء الخارجي إلى الدخول إليهما، وبالمعنى الفلسفي فإن قانون بويل (هو الذي يبقينا على قيد الحياة بإدخال الهواء إلى أجسامنا مع كل نفس خلال كامل حياتنا).

خير ما يمثل تطبيقات (قانون بويل) هو الغاز المثالي؛ والغاز المثالي غاز خيالي لا وجود له، يتألف من جزيئات كاملة التماثل بأحجام بالغة الضآلة قابلة للإهمال بلا أي قوى ومن أي نوع (ما بين بعضها البعض)، والتي تتكون بدورها من ذرات أو جزيئات كاملة المرونة حين تصادمها مع بعضها ومع جدران الإناء الذي يحويها. ينطبق هذا القانون عمليا على الغازات الحقيقية بدرجة دقة لا بأس بها ولضغوط متدنية جدا، وبالإمكان الحصول على النتائج المقبولة علميا وعمليا من خلال عمليات (التقريب) عند تعاملنا مع الغازات الحقيقية. يتعلم كافة الغواصين خصائص (قانون بويل) وتطبيقاته من خلال محاضرات إلزامية، وتجارب عملية لعلاقة ذلك القانون مباشرة بما سيقدمون عليه والذي قد يمس حياتهم وديمومتها في الصميم، فيتعلمون مثلا ما يحدث فعلا لكل الفراغات الجسمية المملوءة بالهواء والرئتين ولقناع التنفس، وحتى لجهاز ضبط الطفو (Buoyancy control device - BCD) من تقلص في الحجم خلال غوصهم وتمدد خلال طفوهم. فما يحدث فعلا لكل غواص هو زيادة الضغط المسلط على جسمه خلال النزول في الماء مما يؤدي إلى تقلص حجم الهواء الأمر الذي يؤدي إلى قلة الضغط في ذلك الجهاز وتغير الضغط في الجهاز الموضوع خلف آذانهم، وعليه ولتعادلة الضغط على جانبي غشاء طبلة الأذن لابد للهواء أن يمر من جهاز

التنفس إلى الحلق ثم عبر قناة أوستاكي (Eustachian Canal) كي يعادل قلة الضغط في مجال الأذن الوسطى الناتج عن تقلص حجم الهواء فيها بازدياد عمق الغوص. سيتطرق الكتاب فيما بعد إلى قوانين أخرى لها علاقة بالغازات، وستوضح العلاقة بين درجات الحرارة وضغوط الغازات وأحجامها، كما سنرى إمكانية اشتقاق قانون الغازات المثالي بالاعتماد على قانون (افوكادرو) وربطه بالقوانين الأخرى كالتالي:

$$PV = nRT$$

حيث يمثل: P - ضغط الغاز و V - حجمه و n - عدد الأوزان الجزيئية العيانية (مولات) الغاز و R - ثابت الغاز المثالي (وتكتب وحداته عادة بـ (باسكال × متر مكعب / عدد الأوزان العيانية × درجة الحرارة المطلقة) - Pa. m<sup>3</sup>/mol.K - أو بـ (الثقل × عدد الضغوط الجوية / عدد الأوزان الجزيئية العيانية × درجة الحرارة المطلقة) - (L.atm x mol.K). و T - درجة الحرارة مقاسة بدرجات (كلفن) المطلقة

ومن قوانين الغازات المهمة الأخرى التي سيجري بحثها في هذا الكتاب أيضاً، هي (قانون شارل للغازات)، و(قانون دالتن للضغوط الجزئية)، و(قانون كراهام للتناضح). ومن الجدير بالذكر أنه لا يوجد الغاز المثالي الذي تنطبق عليه كافة قوانين الغازات المذكورة سابقاً وبدقة متناهية لسبب سبق التطرق إليه، وهو أن القوانين على اختلافها تفترض المثالية في مكونات الغازات، بمعنى حسابها لأحجام الجزيئات المكونة للغازات بأبعاد صفرية (أي متناهية في الصغر أو لا حجم لها نهائياً) مقارنة بالمسافات الفاصلة بينها والتي تعتبر لا نهائية وما يترتب عن ذلك من إلغاء تام لتأثير القوى الفاعلة ما بين الجزيئات سلباً كان ذلك الفعل أم إيجاباً على تصرف الغاز، ومعنى أوضح إلغائها (للمادة) المكونة للغاز واعتبار الحيز الذي تشغله (فارغاً تماماً) أي إلغاء أحجام الجزيئات المكونة ذاتها. وإضافة إلى ما سبق فإنها تلغى تماماً أي قوى للجذب يمكن أن تحدث ما بين جزيئات الغاز أو ما بينها وبين جدران الإناء الحاوي لها. وعليه ولحساب التأثير الحقيقي للغازات الفعلية ولإزالة التعقيدات والأخطاء التقريبية فإنه بإمكاننا كتابة المعادلة السابقة:



$$PV = nRT$$

بصيغة أكثر عملية وواقعية على الشكل التالي:

$$(P + an^2/V^2)(V - nb) = nRT$$

وهي ما تسمى بمعادلة فان دير فالس (Van der Waals)

حيث  $a$  - هو الثابت اللازم لتعديل قوى الجذب (المابينجزئية).

و  $b$  - هو الثابت اللازم لتعديل الفروقات الفردية ما بين جزيئات الغازات المختلفة.

وعليه فإن  $[a = 0.034 \text{ L}^2 \cdot \text{atm/mol}^2]$  لغاز الهليوم (He)

و  $b = 0.024 \text{ L/mol}$  له

و  $[a = 4.17 \text{ L}^2 - \text{atm/mol}^2]$  لغاز الامونيا ( $\text{NH}_3$ )

و  $b = 0.037 \text{ L/mol}$  له

وللعلم فإن زيغ الغازات في تصرفها عن تصرف الغاز المثالي يعود إلى تأثير قوى الجذب

الفاعلة (ما بين الجزيئية) لها، والتي تزداد بازديادها و/أو بازدياد كتلة جزيئاتها وما يؤدي

نتيجة ذلك إلى زيادة أحجامها.

## للفضوليين فقط:

- لقد حرص (بويل) على إجراء التجارب وتطوير حصيلته من علم (الخيمياء) -

Alchemy<sup>(1)</sup> وفي ذلك تجاوز هدفه الغرض المعلن لكافة الخيميائيين (ألا وهو

(1) Alchemy - أصل الكلمة عربي وتعني (الكيمياء)، والخيمياء هو مرادفها العربي. وتختلف تماماً في المفهوم اللاتيني حيث تعني الفلسفة وممارسة كل ما من شأنه إدراك الحكمة النهائية والخلود، وما يتبع ذلك من قابلية تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب أو إكسابها صفات غريبة جديدة لم تكن تُنسب لها بصفة. مورست هذه الصناعة في كل من بلاد ما بين النهرين (العراق) وإيران ومصر والهند والصين واليابان وكوريا وفي اليونان وروما وفي الحضارة الإسلامية وهي أورو ما ولم تتوقف إلا عند مشارف القرن العشرين، حيث كانت البهرة والأساس لما يعرف الآن (بالكيمياء اللاعضوية) وما تشمله من تفاعلات ومركبات وآلات ومعادلات وسبل. لقد أثبت العلم الحديث استحالة قابلية تحريك وانتقال الإلكترونات من وإلى مدارات المواد المتفاعلة - وهو أساس حدوث أي تفاعل أو تغير كيميائي - على إحداث التغير النوعي في أنويتها. وانتقل أمل تحويل عنصر إلى آخر إلى اختصاص مغاير هو الكيمياء النووية المكلف مادياً. (المترجم).

تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب)، إلى جذب (الملائكة) والتحدث إليها (١١) وفي ذلك كان يحاول تحقيق هدفين الأول هو البحث (العلمي)، والثاني محاربة الأعداد المتزايدة من الملحدّين الذين ظهروا في زمانه.

- أثبت استحالة انتقال الصوت في الفراغ.

### من أقوال العظماء:

- اشتهر بويل بكرمه وجوده ليس على الفقراء والمحتاجين فحسب، وإنما كان جزيل العطاء لزملائه العلماء عند حاجتهم إليه إلى الدرجة التي وصلت فيها هباته وعطاياه إلى غرباء الكيمائيين فأشادوا له بذلك. كما عُرف بعدم يُخله بالمال (مهما عظم) في سبيل شراء علم أو التعرف على سر. قام بويل وعلى نفقته الخاصة بترجمة العهد الجديد إلى العربية وطبعه وإرساله إلى البلدان الإسلامية مجانا (دافعا ومشجعا لعمليات التنصير التي نشطت في زمانه).

اوبري

John Aubrey, Brief Lives

مقتطف من كتابه (حيوات مقتضيات).

- لعل ما كان يدفع بويل في أبحاثه ويمده بالطاقة التي لا تنضب للاستمرار بها هو رغبته الدفينة في التعرف على شيء من (العلوم الإلهية)؟

ماك انتوش

J.J. Mac Intosh, (Robert Boyle), Stanford Encyclopedia of Philosophy

مقتطف من مقاله الموسوم (روبرت بويل).

### ملخص لسيرة حياة المكتشف:

ولد الفيلسوف الطبيعي الأيرلندي [روبرت بويل (1626-1691) Robert Boyle] في قلعة لزمور (Lismore Castle) - أيرلندا، واكتسب شهرته من أعماله المتميزة في مجال



دراسة صفات الغازات وتبنيه للتصور (الجزيئي) لتكوين المادة، والذي كان الأساس الفعلي الذي بُنيت عليه نظرية العناصر الكيميائية المعروفة في الوقت الحاضر. ولقد كان (بويل) الطفل الرابع عشر لرجل التجارة والصناعة الثري (ريجار د بويل - Richard Boyle). كسب بويل الابن يصف والده الذي كان أثرى رجل في بريطانيا العظمى آنذاك يقول: (لقد كان والدي - باركه الله وبارك تجارته وصناعاته المزدهرة - عصاميا مثابرا استطاع أن يبني حياته من الكفاف والبساطة بجده وصبره حتى جمع ثروة طائلة حازت كما حاز إصراره وثباته على الكثير الكثير من المعجبين والترز اليسير من المماثلين). وبالفعل لقد استطاع بويل (الوالد) بناء صناعة وتجارة مزدهرتين ضمت الكثير من الطواحين والمدن المشيدة ومعامل صهر الحديد وصناعات الصلب إضافة إلى العديد من الأعمال الأخرى.

- كان بويل (الابن) طفلا موهوبا ذكيا استطاع التمكن من اللغتين اللاتينية والفرنسية ولما يبلغ الثامنة من عمره، ولما بلغها أرسل للدراسة في كلية (إيتون - Eton) التي أمضى فيها بضع سنين، سافر بعدها إلى فرنسا مع معلم فرنسي. وبعد فترة رحل الاثنان إلى إيطاليا حيث نال (بويل) شرف لقاء العجوز الشهير (غاليليو)، ذلك اللقاء الذي ظل مصدر إلهام وفخر للشباب الطموح وقوة دفع هائلة له للتعرف على المزيد والمزيد مما يحويه هذا العالم.

- التذ بدراسة الرياضيات والرياضيات التطبيقية وداوم على الاستزادة منهما على حسابه الخاص إضافة إلى دراساته الأخرى وتعلمه الحر، واهتم بالعديد من المواضيع المتفرقة حتى أنه اهتم خلال بعض فترات حياته بالطب والكيمياء أيضا.

- رافق ومنذ عام (1654) زمرة لامعة متميزة من كبار العلماء وفطاحل الرياضيين وعظماء الفلاسفة الإنكليز الذين دأبوا على اجتماعاتهم العلمية الأسبوعية في لندن وفي أكسفورد منذ ذلك التاريخ. وبعد سبعة عشر عاما أي في عام (1662) تحولت تلك الزمرة اللامعة إلى بؤرة علمية مشعة معروفة، وأطلقت على نفسها اسم (الجمعية الملكية) التي لا تزال حاضرة إلى اليوم كأعرق وأقدم مجمع علمي قاوم كل الظروف واستطاع البقاء إلى اليوم في العالم.

- لقد اتخذت تلك الجمعية الملكية شعارها الذي نص على (Nullius in Verba)

ويعني لا شيء بالكلمات (Nothing in Words) والذي يعني أيضاً أن على العلم أن يكون تجريبياً تطبيقياً لا نظرياً خيالياً.

- تعددت مواهب (بويل) واهتماماته وكمثال واحد على ذلك ؛ تعبيره عن اهتمامه بأعضاء وأجهزة الأسماك في رسالة بعثها إلى أحد أصدقائه في عام (1654) جاء فيها:

((لقد استقر رأيي على الاهتمام ب... وتدريب نفسي على تشريح الحيوانات الحية، وأهم ما استرعى انتباهي في هذا المجال وأوقد جذوة فضولي لتابعته هو ملاحظة أجهزة الدوران لتلك الحيوانات، ولا سيما عند تشريحي للأسماك والتي أفصح تراكيبها وأظهرت أجسامها من العظمة والإعجاز والتناقض الشيء الكثير. فلكنك تفتح كتاباً لتقرأه فتعرف على عظمة كاتبه (خالقه سبحانه جل وعلا). إن كل كائن - وكما يظهر لي - عبارة عن كتاب عظيم لا يوازيه في عظمته وحكمته كل ما قرأته من كتب خلال حياتي بطولها)).

وبرغم إنجازاته الفذة في نطاق علم التشريح فقد اضطر (بويل) ذاتياً إلى الإحجام عن ذلك، وعن الاستمرار في بحوثه وفي دراساته لوظائف أعضاء الحيوانات المشرحة بسبب ما امتاز به من (رهافة في حسه ورقة في طبيعته) الأمر الذي أبعدته عن إنجاز الكثير من عمليات التشريح وبالأخص على الحيوانات الحية لإحساسه بألمها ومعاناتها، رغم علمه التام وبقينه بأهمية ما قام ويقوم به وتأثير ذلك على دراسات علم وظائف الأعضاء وتطبيقاته العملية على علماء زمانه وفي المستقبل.

- امتدت اهتمامات بويل إلى حقول ومواضيع شتى حتى أنه ألّف وكتب في مواضيع شتى، كعلوم الأديان وتصرف السوائل الساكنة والفلسفة وغير ذلك من حقول العلم والمعرفة. انصب عشقه وهيامه بالدرجة الأولى على مادة الكيمياء التي درس مواضيعها بشغف، حتى أن مؤلفه الأول المنشور والذي صدر في عام (1660) تحت عنوان: (تجارب مبتكرة في الفيزياء الميكانيكية)، كان قد تناول موضوع استخدام الهواء والغازات المضغوطة لإنجاز بعض الأعمال. وقد كان ثمرة ثلاث سنوات من التجريب والاختبار باستعمال منفاخ للهواء



بمساعدة (روبرت هوك)، الفيلسوف التجريبي الإنكليزي الشهير الذي يعود إليه فضل تصميم وصناعة ذلك الجهاز الذي استعمله (بويل) لإنجاز العديد من الاكتشافات ومنها على سبيل المثال لا الحصر، كان إثباته حاجة الشمعة للهواء لدوام اشتعالها وإثباته عدم إمكانية انتقال (ومن ثم سماع) الصوت في الفراغ. وقد عمل بالأخص واستطاع أن يثبت استمرار خفوت (تَكَات) صوت الساعة باستمرار سحب الهواء من داخل الإناء الزجاجي الذي توضع فيه. تضمنت الطبعة الثانية من كتابه (تجارب مبتكرة) والتي صدرت في عام (1662) ذكر العلاقة العكسية التي تربط حجم غاز بضغطه وهي ما تعرف اليوم (بقانون بويل).

تمكن خلال مسيرته العلمية من تصميم وابتكار وإنجاز العديد من التجارب الأخرى، فيما يلي ذكر لأهمها:

- استطاع إثبات حقيقة احتواء الكثير من الثمار والخضار على الهواء وغاز ثاني أكسيد الكربون في تركيبها.

- تمكن من اكتشاف تفاعلات كيميائية ومواد جديدة، فقام على سبيل المثال بتوليد غاز الهيدروجين وجمعه من تفاعل برادة الحديد مع الحوامض المعدنية القوية مثل حامضي (الكبريتيك -  $H_2SO_4$ ) و (الهيدروكلوريك -  $HCl$ ).

- اكتشف قابلية بعض المستخلصات النباتية على التمييز بين الأحماض والقواعد فاستخدمها للتفريق بينهما، فقد وجد أن عصارة البنفسج الزرقاء تتحول إلى حمراء بوجود الأحماض وإلى خضراء بوجود القواعد.

- درس مواصفات القوة المتولدة من تمدد الماء عند انجماده.

- دافع (بويل) عن وأكد على أهمية استخدام الرياضيات في دراسة الكيمياء، ذلك الموضوع الذي يمكن - كما قال - تبسيطه باتباع الأسلوب العلمي لدراسته إذا ما اعتبرنا المواد المتفاعلة عبارة عن (كريات) صغيرة تحاول إعادة تركيب وترتيب نفسها بطرق جديدة. لقد حاول (بويل) جاهداً استحداث مفهوم جديد تماماً، ومغاير جذرياً لمفهوم (ارسطو) ونظريته عن العناصر الأربعة (الماء والنار والهواء والتراب) وتفاعلها لتكوين كل شيء، وحاول

استنباط بديل مناسب لها يقول بوحدة تكوين كافة المواد من كريات صغيرة (أو جزيئات) تعيد اصطفاها مع بعضها لتوليد المواد والمركبات الجديدة وقد نشر آراءه ونظريته الجديدة تلك في كتابه الذي صدر في عام (1661) تحت عنوان: (الكيميائي الناقد). إن أهم ما يعرف به (بويل) عالميا اليوم هو قانونه الذي ينص على تناسب ضغط غاز ما عكسيا مع حجمه. وقد كان لهذا القانون أهميته في تطوير تفكيره وشروعه ببناء نظرية جديدة قادرة على تفسير ذلك التصرف، فاهتدى إلى فكرة (الكريات الصغيرة) واعتبرها وحدة بناء كافة المواد. وكان ذلك هو الأساس في توصله (لنظرية الجزيئية العامة) في الكيمياء.

يستنتج المتتبع لسيرة (بويل) وتفاصيل حياته بأنه كان متدينا شديد الإيمان بوجود الخالق (عز وجل) وقد بذل فعلا الكثير من الجهد والمال في سبيل ذلك، وقد حاول جاهدا التوفيق بين الاكتشافات العلمية الملموسة والتصور الديني (حسب المنطق المسيحي بالطبع) فكان شديد الإعجاب دائم الاندفاع للدفاع عن المفهوم الميكانيكي ومبادئه لتفسير الكون، وآمن بعدم وجود أي تناقض مع ذلك المفهوم ووجود الخالق (تبارك وتعالى) وأن وجود الكون (بتفسيره الميكانيكي - وهو المفهوم الشائع آنذاك) لا يعني بالضرورة تصور الإله (سبحانه) على تلك الصورة المجردة فقط.

ووفق منطق تلك الحقبة، كان دفاع (بويل) عن آرائه وإيمانه منصبا على فكرة كون الإله القادر على خلق الكون الميكانيكي المتناسك المنتظم لهو (أقرب للإدراك والإيمان) من تصور الكون العشوائي بلا موجد ولا ضابط ولا نظام. ولقد تعمق كذلك في الماورائيات واللاهوت وناقش الكثير من قضايا الخلق والوجود وإليك بعضا من آرائه كما كتبها هو (بغض النظر عن رفضنا لها وذلك لبيان طبيعة تفكير الرجل وأمانته لما كتبه التاريخ عنه) فلقد آمن بأن خلق (الملائكة) كان سابقا لخلق العالم بل كان قد حدث فعلا (خلال) ذلك الخلق ولكن قبل اكتماله، على عكس خلق البشر فقد كان ذلك يحدث (يوميا) بخلق أرواحهم ومن ثم إلحاقها (بمعجزة فيزيائية ملموسة) إلى داخل أجسادهم المناطة بهم.

لم يتزوج بويل قط وقد انتقل بعد بلوغه الحادية والأربعين للعيش مع أخته (كاثرين) في



منزلها حيث اعتاد على استقبال العديد من الزوار والأصدقاء، وقد أوصى قبيل وفاته بأن تذهب كافة ثروته إلى (صندوق مؤلفات بويل) والذي ضم كافة كتاباته - وما أضيف إليها من كتابات مشابهة لاحقاً - والتي كان الغرض الأول منها محاربة الإلحاد وتفنيد الآراء الوجودية عموماً ومناهضة بقية الأديان التي لا تدعو إلى المسيحية ثانياً.

تبلور الإيمان المسيحي بعمق في كيانه وتصرفاته حتى أنه اعتقد بضرورة نشر تعاليم الكتاب المقدس عبر العالم وأن تلك هي مهمته التي أوكلها قدره له، ولهذا حرص حرصاً شديداً على ترجمته إلى العديد من اللغات مثل التركية والكثير من اللغات الأمريكية المحلية (لغرض نشره ما بين سكان أمريكا الأصليين من الهنود الحمر) وكثيراً ما نُقل عنه قوله إن (مساعدة الملحد على التحول إلى المسيحية لهو عمل يتضمن الكثير من الاحترام والرحمة ومساعدة بني البشر للتحول إلى عالم الحب والأخوة).

أكد بويل مراراً وتكراراً إيمانه بوجود (الملائكة) وقد كان شديد الإعجاب بهذا (النوع من المخلوقات) إلى الدرجة التي اعتقدهم ذوي مواهب ودرجة ذكاء أعلى بكثير من مستوى البشر، كما اعتقد أن المولى (عز وجل) كان يصدد خلق الكون لهم وحدهم وليس للبشر، وعليه فقد ناقش بأن كوننا مصمماً لحياة (الملائكة) لا بد وأن يكون بالضرورة أعقد مما يتمكن ذكاء أي بشر من استيعابه كحقيقة مطلقة. هذا وقد عبر عن آرائه تلك في عام (1680) حينما كتب قائلاً:

((لعل خير ما نمتاز به نحن بنو البشر هو حب التعالي والغرور والنظر بكبر لقابلياتنا وإمكانياتنا المحدودة أصلاً، فلن تصورنا فقط أن إرادته (جل وعلا) كانت بخلقنا على شكل محدد وبجسم وعقل وقابليات محدودة كما نتبها حقيقتنا التي نحن عليها فعلاً، لما طمعنا وجاهدنا - بلا أي طائل ولا جدوى - لإدراك كافة أسرار الكون وطلاسمه والتي هي أصلاً وضعت وصممت بإمكانيات وخفايا لا طاقة لنا بها)).

كان بويل في حياته عالماً، ومع نفسه مؤمناً متديناً، ومع الآخرين شفوفاً رحيماً. كما كان همه غالباً ما يتعدى نفسه إلى غيره فحمل مسؤولية إصلاح المجتمع ومحاولة إيجاد كل ما

يسعده ولذلك فهو من القلائل الذين حققوا معادلة (الفيلسوف العامل) فقد عمل على اختراع ما من شأنه تطوير الزراعة والصحة، واهتم بإجراء التجارب وحاول تحلية المياه المالحة وتحسين عملية حفظ الأطعمة بتفريغ حاوياتها من الهواء. وفيما يلي عناوين لقائمة طويلة من الأعمال والمؤلفات التي تعكس تنوع اهتماماته واتساع أفق تفكيره وقابليته على الإحاطة بطيف واسع من المواضيع المختلفة ؛ فقد تمكن من نشر ما يلي:

- 1660، المبتكر في التجارب الفيزيائية والميكانيكية.
- 1661، الكيميائي الناقد.
- 1663، تجارب وملاحظات حول الألوان والماسة التي تسطع في الظلام.
- 1666، ميكانيك السوائل الساكنة ومشاكلها.
- 1670، القيم الكونية للأشياء.
- 1674، فضل علوم الدين (اللاهوت) على الفلسفة الطبيعية.
- 1675، بحوث وآراء حول تعارض الدين والمنطق ومناقشات حول بعث السيد المسيح (عليه السلام).

أُطلق اسم بويل على إحدى فوهات القمر بقطر (57 كيلو مترا) تقديرًا له الأمر الذي صادقت عليه الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالمية في عام (1970).  
أُثبت قس سألزبري الأب (كلبرت برنت - Gilbert Burnet) في مراسيم دفنه واصفا إياه بأسمى الصفات، خالعا عليه أرق العبارات كونه (إنسانا) استطاع احترام وموازنة الدين والعلم والإدلاء بدلوه في كليهما بثقة وتوازن وتكامل قلّ نظراؤهما:

((عاش فقيدا العزيز - أسكنه المولى سبحانه جنات خلوده - مخلصا لعقيدته، مضحياً لعمله، ومعيناً لزملائه، واضعاً نصب عينيه توجيه كافة أسئلته حول الطبيعة بطريقة تبجل الخالق (عز وجل) وتمجد عظمته في خلقه. لقد جاهد ونجح في ربط اثنين من أعقد المواضيع التي مهما حاولنا التوليف بينهما ومهما ادعينا تطابقهما، سيظلان بعيدين عن بعضهما البعض (هذا بالطبع وفق منظور العالم الذي يريد هو، ويقصد أن يقيهما



متفصلين) أما فضل بويل في ذلك - وحمدًا لله الذي وفقه قبل كل شيء - فيتجسد بإخلاصه في دراسته للطبيعة وإخلاصه وإيمانه بدينه اللذين مكناه من توجيه طاقات وإمكانات كل موضوع لغرض إعلاء وتطوير شأن الموضوع الآخر)).

لخص (ميشيل هنتر - Michael Hunter) سيرة حياة بويل في كتابه الشهير (روبرت بويل، سيرة وإعادة تقييم) والذي جاء فيه:

((لا يجادل أحد في أحقية بويل في تبوء مركز المفكر والعالم والمؤمن وكافة الصفات الأخرى التي جعلته من رواد حركة الفكر والفن والإيمان في القرن السابع عشر. لقد امتاز بغزارة هائلة في التأليف - حيث ناهزت مؤلفاته الأربعين كتاباً - ودقة بالغة في التعبير، وتنوع في المشارب إضافة إلى وضوح الفكرة وجودة العرض وفصاحة اللسان. لقد نذر بويل نفسه للبحث والتفكير العلمي ولكنه امتاز كذلك ونجح نجاحاً باهرًا في مزج ذلك بروح إيمانية صادقة عميقة الجذور وبذلك صار النمل الأعلى للمسيحي المتدين الضليع بمغاليق الدين، الدواق لأصول الفن والعارف بدقائق العلم. لقد وُهب - وباختصار - ملكات الذكاء والإبداع مقرونة بالمثالية الواقعية والإيمان الصادق)).

## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

- Anstey, Peter. *The Philosophy of Robert Boyle* (London: Routledge, 2000).
- Boyle, Robert. *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and Its Effects*, second edition (Oxford, 1662).
- Hall, Maric. "Boyle," in *Dictionary of Scientific Biography*. Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).
- Hunter, Michael. *Robert Boyle Reconsidered* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2003).
- MacIntosh, J. J., "Robert Boyle," *Stanford Encyclopedia of Philosophy*; see [plato.stanford.edu/entries/boyle/](http://plato.stanford.edu/entries/boyle/).
- Principe, Lawrence. *The Aspiring Adept: Robert Boyle and His Alchemical Quest* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2000).
- Wojcik, Jan, *Robert Boyle and the Limits of Reason* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2002); this book is the source for Gilbert Burnet's sermon preached at the funeral of Boyle.

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

من الخطأ الافتراض أن للعلم بصيرة وتدبر وكأنه يعرف ويعلم كل شيء قبل كل شيء!! ومن الأفضل اعتباره كيانا يصيب ويخطئ وقد يستعمل الخيال عند وضعه للنظريات التي لا يستبعد أن تكون قد استلهمت من قصيدة شاعر أو جمالية فكرة، ولكن يجب أن لا ينكر عليه بعد ذلك فضله بتجريب كل تلك الأفكار والنظريات وإخضاعها للعديد من الفحوص والملاحظات، وهنا تكمن جمالية العلم وروعه بجمعه قابليتي التخيل والإصرار على إثبات ما تخيله، ففي مرحلي التصور وإثبات التصور تتجلى روعته. داوكنز

Richard Dawkins, in John Brockman's (What We Believe but Cannot Prove).

مقتطف من كتابه ( ما نؤمن به ولا نستطيع إثباته ).

دعني أعود إلى مثالي الذي سُقته آنفا عن لعبة الطاما؛ لقد افترضت أن قوانين الكون الأساسية التي اكتشفناها لتساعدنا على التنبؤ بحركات الكواكب وتفاعل الجزيئات وانتقال الأجسام يمكن أن تماثل قوانين اللعبة. قد تساعدنا الرياضيات حقا على التنبؤ بأفضل حركة يمكننا الإقدام عليها بعد سلسلة من الحركات الشائكة والمتشعبة ولكن إذا ما أردنا توضيح قوانين اللعبة (أو قوانين الكون) لأي مبتدأ فسنكتفي - ولا شك - بعدة جمل بسيطة من اللغة لا غير.

هينمن

Richard Feynman, The Character of Physical Law.

مقتطف من كتابه (صفة القانون الفيزيائي).

أؤكد على أهمية علوم الحياة ودراسات الإنسان (كعلم وظائف الأعضاء وعلمي الأمراض والتشريح) وجدارتها وضرورة حيازتها على الموقع المركزي والصدارة بين العلوم، تماما كما يصح وضعها على الهامش أحيانا!! فمن النواحي التطبيقية والكمية يصح اعتبارها هامشية الدور والأهمية لأن العالم (الحي) برمته لا يعدو كونه جزءا ضئيلا تافها و(حالة خاصة) من مكونات الكون ككل وليس من اللائق علميا أن نتوقع أن تعمقنا بعلوم الحياة وبقية مشتقاتها كعلم النفس وعلوم الطب والاجتماع سيساعدنا كثيرا في اكتشاف ذات الكون الفسيح ومحتوياته، ولا في التعرف وإمطة اللثام عن أي قانون عام شامل خارج



الدائرة (الحياتية) تلك. ولكن في المقابل إذا كان غرضنا مُنصباً بكامله على زيادة فهمنا لعلاقات ذلك الإنسان وعالمه الحيوي بالكون الذي يحتويه فلاشك سيتوضح حينئذ الموقع المركزي لعلوم الحياة.

مونود

Jacques Monod, Chance and Necessity.

مقتطف من كتابه (الصدفة والضرورة).

— من البديهي استحالة تشبيه الخالق (جل وعلا) بصانع الدمى الذي يعرّكها كيفما يشاء وبالأخص فيما يتعلق بأفعال الإنسان وإرادته في فهم تصرف الكون ونظامه. هذا من جهة، ولكن من جهة ثانية، لا بد للكون الذي نعيش فيه أن يكون صارم الخضوع للنظام والترتيب ذاتيا وبلا استثناء، هذا إذا أمانا بوجودنا في محيط عقلائي نستطيع التعايش معه بحياة تفاعلية منتجة من جهة، وأن تتطور في فهمنا له مرحليا من جهة ثانية. على الأحداث أن تتبع مسبباتها حرقاً إذا ما رغبت أن نفهم وأن نعايش مع ما يحيط بنا. وعليه — وما عدا حالات الإعجاز والمعجزات — فلا نتوقع أن يتدخل (المولى جل وعلا) دائما وباستمرار كلما أحاطت ببني البشر كارثة أو استجد في الكون خطر.

وليمز

Rowan Williams, (Of Course This Makes us Doubt God's Existence),

Sunday Telegraph, January 2, 2005.

## قوانين نيوتن للحركة والجاذبية والتبريد

NEWTON'S LAWS OF MOTION, GRAVITATION, AND COOLING

🔭 **إنكترا، 1687 (تاريخ نشر قانوني الحركة والجاذبية).**

وإنكترا، 1701 (تاريخ نشر قانون التبريد).

• تختص قوانين نيوتن في الحركة بتفسير العلاقة بين القوى المؤثرة على الأجسام، وتحرك هذه الأجسام تبعاً لذلك.

• ينص قانونه في الجاذبية على تناسب قوى الجذب بين الأجسام طردياً مع حاصل ضرب كتلها وعكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينها.

• وينص قانونه في التبريد على تناسب مقدار التغير في كمية الحرارة المفقودة من جسم ما مع فرق درجة حرارته بالنسبة إلى درجة حرارة محيطه.

### معاور ذوات علاقة:

(روبرت هوك - ROBERT HOOKE) و (يوهان برنولي - JOHANN

BERNOULLI)، و (قوانين كبلر لحركة الكواكب - KEPLER'S LAWS OF

PLANETARY MOTION)، و (قانون اللزوجة لنيوتن - NEWTON'S LAW OF

VISCOSITY)، و (نظريتي أينشتاين العامة والخاصة في النسبية - EINSTEIN'S

GENERAL AND SPECIAL THEORIES OF RELATIVITY).

### من أحداث عام 1687:

- قتل أفراد بعثة استكشاف نهر الأمازون بقيادة المكتشف الفرنسي (روبير كافليير دو لا

سال - Robert Cavelier de La Salle) قائدهم أثناء استماتتهم للبحث عن منابعه.

- ادعى المكتشف الفرنسي ذاته وقبل حادث اغتياله بخمس سنين ملكية كامل حوض

الأمازون لفرنسا.

- طعنت الموسوعة الكاثوليكية (Catholic Encyclopedia) بطموحات (لا سال



— La Salle) ومخططاته للاستيلاء على طرق التجارة وتكوين إمبراطورية، واصفة إياها بالإنجازات المستحيلة التحقيق بالنسبة لإمكانات جيل عاصر (لاسال) وعاش معه.

## نصوص القوانين وشرحها:

### أولاً: قوانين نيوتن في الحركة عام 1687:

قلبت قوانين نيوتن في الحركة مفاهيمنا الفيزيائية الأساسية رأساً على عقب واسلمتنا إلى أفكار ثورية جديدة بخصوص كافة الأجسام المتحركة في الكون. كتب كل من (دودلي وليامز — Dudley Williams) و (جون سبانكلر — John Spangler) في كتابهما الموسوم (الفيزياء لطلبة العلوم والهندسة) يقولان:

((تعدت أهمية تلك القوانين كونها الموجد الأساس والقاعدة الصلبة لبناء علوم الحركة الكلاسيكية، إلى كونها الموجد الأساس والقاعدة الصلبة لبناء الفيزياء التي نعرفها برمتها. وعلى رغم احتوائها على بعض التعاريف والمسلمات التي يمكن اعتبارها فرضيات أساسية، إلا أن نيوتن ظل مصراً على أنها جميعاً نجت وتأصلت على أسس كمية ثابتة استقاها من تجاربه الشخصية ومشاهداته. ولكن مما لا شك فيه أبداً هو أن تلك القوانين اتسمت بالإبداع والأصالة بالنظر لاستحالة اشتقاقها من أي من العلاقات أو القوانين التي سبقتها أو من المعادلات الأكثر منها بساطة. لقد تضمن التأكد من صحتها شيئاً من التنبؤ وبعضاً الحُدس، ولكن ذلك التنبؤ والحُدس ظلا صامدين أمام كافة محاولات تفنيدهما والتأكد من مصداقيتهما ولفترة ناهزت القرنين من الزمان.

اعتقد أرسطو — وقد ساد اعتقاده لفترة ناهزت الألف سنة — أنه لا بد من الاستمرار بتسليط قوة من نوع ما على أي جسم إذا ابتغي له الاستمرار في حركته، ولكن نيوتن استطاع دحض هذا المفهوم كلياً بوضعه لقانونه الأول في الحركة. لقد استطاع أرسطو إسناد أفكاره ونظريته تلك بالكثير من الملاحظات النوعية وفقاً لمفاهيم زمانه، وكان في عمله ذاك الكثير من الحكمة والمنطق مما استدعى تبجيله والإعجاب به، ولكن من

المدعش أن يكون غاليليو قد نادى بالمزيد من القياسات المعقدة لمواقع الأجسام وطالب  
بضرورة القيام بذلك بدلالة الزمن من أجل فهم أفضل للموضوع، ومن أجل وضع  
نظرية أقدر وأدق على تفسير الطريقة التي ننظر بها إلى الكون من حولنا)).

علق كل من (ارنست ابيرز - Ernest Abers) و (شارل ف. كنيل - Charles F.

Kennel) على قوانين نيوتن في الحركة في كتابهما الموسوم (حركة المواد)، بما يلي:  
(يكفي نيوتن فخرًا أن تدله عبقريته إلى صياغة كل ما يتعلق بكافة المواد وبكامل طيف  
تحرركاتها وتحت كل الظروف بثلاثة قوانين فقط لا رابع لها!!، وأن تستطيع تلك القوانين  
الثلاثة أن تؤثر لكافة مسائل الحركة وتحليلاتها، وتجيّب عن كل احتمالاتها كميًا. تلك  
هي عظمة وعبقرية قوانين نيوتن الثلاث في الحركة)).

## قانون حركة نيوتن الأول:

### قانون الاستمرارية - أو قانون القصور الذاتي

#### THE LAW OF INERTIA

ينص القانون الأول على محافظة كافة الأجسام على حالتها من السكون أو الحركة ما لم تؤثر عليها  
قوة خارجية، فالجسم الساكن ثابت يقيم في سكونه وثباته، والجسم المتحرك يستمر بحركته  
بنفس السرعة وبذات الاتجاه ما لم تؤثر على أي منهما قوة خالصة خارجية. أي أن جسمًا  
معلوما ككرة القاعدة (Baseball) أو البولنك (Bowling) منطلقة بإزاحة منتظمة ثابتة  
(أي منطلقة بخط مستقيم بسرعة ثابتة) سوف تستمر بانطلاقها وتحافظ على حركتها المنتظمة  
ما لم تؤثر عليها قوة خالصة تسلط عليها من خارجها.

من المهم جدا في دراسة (قانون نيوتن الأول) تسليط الضوء على مصطلح (القوة الخالصة)  
لسبب وجيه، وهو أنه قد يقع الجسم المعين تحت تأثير عدة قوى مسلطة عليه من خارجه  
ولكنه سيستمر محافظا على مقدار إزاحته ثابتة متى ما تعادلت كل تلك القوى. فعلى سبيل  
المثال يبقى فنجان القهوة ثابتا مستقرا على طاولتك بقيمة إزاحة مقدارها صفر وذلك لأن



مقدار القوة الفاعلة نحو الأسفل والمتأتية من مفعول وزنه عليها قد جويته بقوة فاعلة نحو الأعلى تأتت من فعل المنضدة المعاكس عليه، فاكسب بذلك مقدار إزاحته الصفرية تلك. ولكن ذلك الفنتجان - ولاشك - سيتحرك إذا ما تدخلت يدي للإخلال بتوازن القوى المسلطة عليه وذلك بدفعه إلى حافة تلك المنضدة، أو برفعه لفمي لأشرب، وكمثال ثان فإن الكرة المستقرة على سطح أملس لا احتكاك فيه قط ستتحرك وتستمر بتحريكها باتجاه واحد لا تغييره وإلى ما لا نهاية إذا ما ركلتها ركلة واحدة، ولكن مما لاشك فيه أن لفعل الاحتكاك وجود شامل في حياتنا العملية كذاك الموجود بين الكرة والسطح الذي تندرج عليه وبينها وبين جزيئات الهواء التي تعترض مسارها.

نستنتج - وبناء على القانون الأول - أن لا وجود لأي قوى خارجية تفعل فعلها على أي جسم يسير بانتظام بإزاحة ثابتة مهما كان مقدارها. ونستنتج منه كذلك بأن حالة السكون هي حالة خاصة من مقدار الإزاحة الثابتة قيمتها صفر، وأن هناك قوة أو قوى تفعل فعلها على أي جسم يسير بإزاحات متغيرة.

لقد تَوَجَّح (قانون الحركة الأول) هذا كإنجاز فريد وفتح جديد نسبة إلى الفترة التي سبقت (نيوتن)، لا غرابة في ذلك إذا ما تذكرنا أن المفهوم السائد آنذاك - وقبل فترة غاليليو - قد قال، بل وأكد على ضرورة استمرار تسليط القوة على أي جسم إذا ما أريد له الاستمرار في حركته. فالكرة تتحرك طالما سلطنا عليها قوة خارجية وستتوقف حتما متى ما توقفت تلك القوة الخارجية العاملة عليها. وما أكد ذلك المفهوم وأصله في الأذهان هو الملاحظة اليومية التي لا تخطئ: إذا ما توقف دفعنا للكرة فإنها حتما ستصل إلى السكون وتتوقف. لم يفكر الأقدمون ولم يصل إلى أذهانهم تصور قوة الاحتكاك. لقد ظنوا أن أي جسم ساكن مستقر إنما هو في حالته (الطبيعية) حينما لا يتحرك. وبنفس المفهوم آمنوا أن الاستمرار بتسليط قوى هائلة من نوع ما لا بد من دوام تدفقها لتسير الكواكب في مداراتها حول الشمس ولولاها لتوقفت كل الكواكب عن الحركة، ولكن مفهومنا المغاير اليوم لفعل الجاذبية يقول: إذا ما فعلت الجاذبية فعلها على أي جسم - بما في ذلك الكواكب السيارة - فإن فعلها سوف

يتجسد بتغيير مسار الكوكب أو سرعة حركته ولكنها غير ضرورية أبداً لا بقائهن مستقرات<sup>(1)</sup> هذا إذا افترضنا بالطبع انعدام وجود أي نوع من الاحتكاك بينها وبين دقائق الجسيمات الموجودة في الفضاء (المابين الكواكبي).

قد لا يعود الفضل كاملاً خالصاً لنيوتن في اكتشافه للقانون الذي سُمي باسمه ونسب إليه (كقانون نيوتن الأول)، شأنه في ذلك شأن العديد الجح من القوانين والتي لابد وأن يكون قد ساهم العديد من العلماء والمفكرين في وضع أسسها والتمهيد لها قبل أن يأتي آخرهم ليحصل ثمرة جهودهم، ويحصل على فخار ذروة أعمالهم أجمعين. لقد كتب (ارنولد ارونز - Arnold Arons) في مؤلفه الموسوم (تطور مفاهيم الفيزياء) قائلاً:

((.... وفي أيام نيوتن الخوالي - وبناء على العلم الذي سبقه - استمر العلماء بالعمل، والكليات على تدريس فيزياء الحركة من كتبهم المنهجية المعتمدة (ولكن بقصور واضح بمفهومنا اليوم،... كان عصياً على التغير آنذ). ولكن بحلول نهاية القرن السابع عشر، وجد مفهوم (غاليليو) للتصور الذاتي طريقه إلى القبول كأحد المسلمات من قبل علماء الفيزياء المعتمدين آنذ، ولكن ما برز نيوتن عصره وزمانه به، هو أنه وضع قانونه للقصور الذاتي على رأس قائمة قوانينه، مانحاً إياه تحرره الكلي الكامل من كل المناهج والنظريات السابقة المعتمدة وذلك بإقراره ونشره على الملأ)).

يعني (القصور الذاتي - أو الاستمرارية) في مفهومنا العام مقدار ممانعة أي جسم لأي تغيير في إزاحته. وإذا تبادر إلى ذهنك صعوبة إدراك مفهوم ضرورة وجود قوة خارجية لإيقاف أي جسم متحرك فما عليك إلا متابعة السطور القادمة، وأن تتصور معي حركة عملة معدنية بسيطة على سطح طاولة اعتيادية ؛ سنتزلق العملة المعدنية على الطاولة الملساء بعد أن تدفعها بإصبعك إلى مسافة معينة ثم تتوقف بعد ذلك. فما علينا الآن إلا أن نتصور وضع بضعة

(1) (... كل في فلك يسبحون) القرآن الكريم: سورة (الأنبياء) آية (33).



قطيرات من الزيت كي نقلل من أثر احتكاكها مع تلك الطاولة ومعاودة دفعها بذات الإصبع وبنفس القوة السابقة، ماذا سيحدث؟... لاشك إنك ستتفق معي على أن القطعة سوف تقطع مسافة أطول على الطاولة لقلّة احتكاكها عند انزلاقها عليها، والآن دعنا نتصور زيتنا من نوع أجود يوفر لنا سطحاً أكثر سلاسة وأقل احتكاكاً مما سبق... ألا تتفق معي أن المسافة المقطوعة هذه المرة ستكون أطول؟. والآن بإمكاننا مد هذه التجربة وتضخيمها إلى الحد الذي نمحي معه كل أثر لأي احتكاك لتلك العملة مع السطح الذي ستترلق عليه... والآن، ألا تتفق معي - والحالة هذه - أنها ستستمر بالانزلاق إلى مالا نهاية على طاولتنا الخيالية لا نهاية الطول صفرية الاحتكاك؟

يقول المنطق وتدلنا الحقيقة على حاجتنا - والحالة تلك - إلى قوة خارجية من نوع ما لتغيير إزاحة قطعة النقود أو لإيقافها نهائياً، على حين لسنا بحاجة لأي قوة إضافية لإبقائها منزلقة بإزاحتها الثابتة على طول الطاولة وإلى الأبد!!

## قانون حركة نيوتن الثاني:

### قانون الحركة

#### THE LAW OF MOTION

ينص القانون الثاني على تناسب مقدار التغيير في زخم جسيم ما مع مقدار القوة الخالصة المؤثرة عليه. ويعبر عن ذلك رياضياً:

$$F = dp/dt$$

حيث **P** هو مقدار الزخم، وهو قوة اتجاهيه ويساوي حاصل ضرب كتلة أي جسم بإزاحته وهو مقدار القوة المسلطة

و  $dp/dt$  هو مقدار معدل التغير في الزخم

(وتشير الحروف الشخينة إلى أن القيم التي تمثلها هي قيم اتجاهيه - أي أنها تحتوي على مقدار واتجاه). وعليه بإمكاننا تعريف كافة القوى بمفهوم زخمها، أي بمعنى تساوي قوتين إذا تساوى معدل

مقدار التغير في الزخم الذي تسلطانه على جسم ما. ولاحظ أن الدالة ( $dp/dt$ ) لا تشترط أبداً ثبوت كتلة الجسم، بمعنى إمكانية تغير كتلة الجسم المعني خلال دراستنا لحالته كما يحدث عند ازدياد كتلة قطرة المطر، كلما طالت فترة هبوطها من السحاب ونقصان كتلة الصاروخ المنطلق إلى الفضاء كلما أحرق جزء أكبر من وقوده للتخلص من الجاذبية.

ويأخذ هذا القانون بالحسبان أيضاً إبقاء اتجاه مقدار التغير في الزخم مطابقا لاتجاه القوة التي أحدثته. وللأجسام التي تتمتع بكملة ثابتة خلال اختبارها ومرآبتها فإن قانون نيوتن الثاني سيتخذ الشكل التالي:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

حيث  $\mathbf{F}$  تمثل مقدار القوة الصافية المؤثرة على  $\mathbf{a}$  و  $m$  مقدار معين من الكتلة من نوع ما و  $a$  مقدار التعجيل الذي ستكتسبه تلك الكتلة (وعني مقدار التغير في إزاحتها) وتحمل هذه القوة وحدات (النيوتن - N) لقياسها، والتي تُعرف بأنها مقدار القوة المسلطة على جسم ما (وكتلته كيلو غرام واحد) واللازمة لإكسابه تعجيلا مقداره متر واحد في الثانية (أي م/ثا تربيع). وكمثال مبسط لما سبق؛ إذا دفع منجنيق كتلة من الحجر مقدارها (0.10 كيلو غرام) بقوة مقدارها (200 نيوتن) فإن التعجيل الذي ستنتقل به كتلة الحجر حال مغادرتها للمنجنيق ستبلغ 2000 متر / ثا (تربيع). وعليه فإذا ثبتت القوة فإن التعجيل الذي ستنتقل به كتلة معينة سيتناسب عكسيا مع مقدارها.

ومن ناحية ثانية إذا ما تأثر جسم ما بعدة قوى تعمل عليه في ذات الوقت فإن حساب محصلة تعجيله تتم وفقا لنفس القانون على شرط حساب محصلة كافة القوى الاتجاهية المؤثرة عليه أولا، ومن ثم استخدامها كما في القانون السابق.

وإذا ما تصورنا أي جسم يسقط سقوطا حرا من أعلى إلى الأرض فإن القوة الوحيدة التي ستؤثر عليه هي وزنه فقط (هذا بالطبع إذا أهملنا مقاومة الهواء له) والذي سيكسبه تعجيلا يساوي مقدار التعجيل الأرضي الناتج عن جاذبيتها ويساوي (9.8 م/ثا تربيع) عند سطح البحر.



## قانون حركة نيوتن الثالث

### قانون الفعل ورد الفعل:

#### (THE LAW OF ACTION AND REACTION)

ذكر (ابرز - Abers) و (كنل - Kennel) في كتابهما (حركة المادة) ما يلي: لقد كان لقانوني نيوتن الأول والثاني بعض الجذور والمقدمات في أفكار وطروحات كل من (غاليليو) و(هوك) و(هيكنز) ولكن قانونه الثالث كان عبارة عن (درة من الأصالة) لم يسبقه إليه ولا لمقدماته أحد، وكان مسك الختام لقوانين الميكانيك اللاتني اكتملن به منطقيا. ينص (قانون حركة نيوتن الثالث) على أنه لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له بالاتجاه، أي أن كافة القوى في الطبيعة لا بد وأن تتجسد بأزواج قوى متساوية في الكمية ومتعاكسة في الاتجاه.

تتضح تطبيقات هذا القانون جلية عند مراقبة الأجسام عند تماسها، وعليه فإن القوة التي تصدم بها ملعقة طعام أرض الغرفة التي تقع عليها تساوي بالضبط مقدار القوة التي ستدفع أرض الغرفة المعلقة إلى أعلى بها. ويصدق القانون على الأجسام التي يجذب أحدها نحو الآخر، فعلى سبيل المثال إن الطير الذي (يسحب) نفسه إلى الأعلى من سطح الأرض يجابه نفس مقدار القوة التي يجره بها سطح الأرض إلى الأسفل، وإذا ما سقط شخص من علو إلى الأرض فإنه سيصدمها بنفس مقدار القوة التي ستردها الأرض إليه<sup>(1)</sup>. وقد يكون من الصعب حتما استيعاب المنطق القائل إن سقوط الشخص على الأرض سيمائل تماما (سقوط الأرض) على الشخص ولكن هذه هي الحقيقة الفيزيائية. ولكن كل ما في الأمر هو أن التعجيل في الحالة الثانية سيكون شديد الضآلة بالنظر لعظم كتلة الأرض (راجع العلاقة العكسية التي تربط الكتلة بالتعجيل إذا كانت القوة المسلطة على الجسم ثابتة)، والظاهر للعيان سيكون تعجيل سقوط الشخص على الأرض لا غير. ولكن في الفضاء الخارجي تساوي الفيزياء

(1) وعليه، لا يمكننا اعتبار مقولة (رد الصاع صاعين) من فهم الطبيعة أبداً. (المترجم).

حقيقة تعجيل أحد المذنبات باتجاه الشمس تعجيل الشمس ذاتها تجاهه.

وباستطاعتنا المضي في ضرب الأمثلة حول (قانون نيوتن الثالث) الذي ينطبق على أزواج القوى المتماثلة في القيمة والمتعاكسة في الاتجاه، فنقول إذا ما سلط محرك مركبة صغيرة قوة دفع معينة على دو اليب عربة ألعاب صغيرة تسوقها إلى الأمام على مرج، فإن المرج ذاته سيقوم بتسليط قوة احتكاك على الدو اليب تسحبها إلى الخلف.

وإليك المثال الذي ساقه نيوتن بنص كلماته حين قال: (إذا ما ضغطت على حصاة بإصبعك فإنها ستضغط على إصبعك كذلك، وإذا ما سحب حصان حجراً إلى الأمام فإن الحجر سيجر الحصان إلى الخلف).

قد يكتب القانون أحياناً على الشكل التالي:

$$\boxed{F_{BA} = -F_{AB}}$$

وتفسيره: إذا ما سلط الجسم A قوة مقدارها  $F_{BA}$  على الجسم B، فإن الجسم B سيسلط على الجسم A قوة مقدارها  $F_{AB}$ ، مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه. ومن نتائج القانون الثالث المهمة هو ثبوت مجموع العزوم زمنياً لجسمين يُسلط أحدهما قوة ما على الآخر، بافتراض عدم تدخل أي قوى أخرى للتأثير على أجسام هذا النظام. ولقد أثبتت دراسات (نيوتن) صحة هذه الفرضية وبدرجة كبيرة، ويمكن تطبيقها على تصرف كرتين صغيرتين من البليارد قبل، وخلال، وبعد تصادمهما. وقد درس (نيوتن) تلك النماذج بالفعل وتوصل إلى أن حاصل جمع العزوم لا بد وأن يكون ثابتاً دائماً. فمقدار العزمين (1ع) و (2ع) للجسمين (1) و (2) لا بد أن يكونا ثابتين قبل وبعد التصادم أي أن  $1ع + 2ع =$  قيمة ثابتة دائماً.

ولا تعجب - عزيزي القارئ - إذا علمت أن (قانون حركة نيوتن الثالث) الذي نحن بصدد الآن يستوجب حقيقة مشروطة، وهي: إذا ما رمى لاعب كرة السلة كرتة على أرض الملعب فعلى الأرض أن تتحرك. ولكن دعنا نستدرك لنقول إنه لا اللاعب ولا مشجعيه سيلاحظون حركة الأرض التي زعمناها، وذلك لعدة أسباب سيأتي ذكرها.

والآن ولإثبات صحة ما ذهبنا إليه رياضيا دعنا نفترض كرة سلة تزن MB (كيلوغراما واحدا) قد قُذفت بسرعة VB (100 كيلو) في الساعة لتحط على أرضية الملعب التي طُلّيت مسبقا بالغراء بحيث تلتصق الكرة بها عند الاصطدام مباشرة.

يلغ زخم الكرة قبل أن تصطدم بالأرضية مباشرة قيمة مقدارها:

$$P = mv = 100 \text{ kg} \cdot \text{km} / \text{hr}$$

حالا، دعنا الآن نحسب مقدار التغير في سرعة الأرض نتيجة لذلك الاصطدام.

لنفترض أن كتلة الأرض هي ME وتساوي تقريبا ما مقداره  $5.9742 \times 10$  مرفوعة إلى القوة (24) كيلو غراما، وأن VE تمثل مقدار التغير في سرعتها. وبتطبيق قانون حفظ الزخم الذي ينص على:

$$MB VB = ME VE$$

حيث إن: MB VB تمثلان كتلة الكرة مضروبة بسرعتها على التوالي و إن: ME VE تمثلان كتلة الأرض مضروبة بسرعتها على التوالي كذلك.

وبما أن  $MB VB = 100$  حسب افتراضنا السابق فسيقتل هذا المقدار من الزخم كلية ومباشرة إلى الأرض.

(كتلتها وسرعتها) أي أن:

$$MB VB = ME VE$$

$$1 \text{ kg} \times 100 \text{ km} / \text{hr} = ME VE$$

أي أن

$$VE = 100 / ME$$

$$100 = ME VE$$

وبما أن مقدار كتلة الأرض (ME) التقريبية هي (5.9742 مضروبة في 10 مرفوعة إلى

القوة (24) وهي كمية هائلة، فعليه يكون

$$\text{مقدار التغير في سرعة الأرض تقريبا} = 1 / [(10 \times 5.9742) \text{ مرفوعة للقوة } (22)]$$

وهي قيمة ضئيلة جدا تساوي أقل من جزأين من البليون جزء من البليون جزء من المستمتر الواحد في الساعة، وقد يمكن تقريب هذه الكمية للإدراك بالقول إنها تساوي حركة عقدار قطر بروتون واحد في السنة!!

ومن الواضح وبسبب عظم وضخامة كتلة الأرض فإن مثل هذه القيم لا يمكن قياسها مطلقا. ولا حاجة للتأكيد أن كرة السلة تلك لن تستطيع (عمليا) تحريك الأرض!! ويمكن تفسير تلاشي زخم الكرة بضياعه ما بين ما لا يحصى من العوامل المؤثرة الأخرى مثل تحول جزء من طاقتها إلى حرارة تنتقل إلى أرضية الملعب عند نقطة التماس - وتأثير نقاط المطر وأمواج المحيطات وحتى مشي الطيور وديبب الهوام....

واليوم لا يشك أحد بأنك لو سألت أصدقاءك هل تدور الكواكب حول الشمس؟ لن يتردد أحد بإجابتك بالإيجاب، ولكن وبالا اعتماد على قانون نيوتن الثالث (والذي ينص على أن لكل فعل رد فعل مساو له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه) فإننا نعلم اليوم بأن الكواكب في نظامنا الشمسي لا تدور حول شمس ثابتة كما تصورها الفلكي الجليل (يوهانز كبلر - Johannes Kepler)، ولكن يستوجب قانون نيوتن المذكور أن تدور الشمس مع الكواكب حول مركز كتلتهما معا والتي تقع في مكان ما بين مركزيهما، وعليه استوجب على العلماء إدخال بعض التعديلات على (قانون كبلر الثالث) لجعله أكثر دقة ومطابقة لـ (قانون نيوتن الثالث)، ومع ذلك فإن التصحيح المقترح كان من الضآلة بمكان... وذلك بسبب جسامه كتلة الشمس مقارنة بأي من الكواكب التي تدور حولها. ولكن من المفيد الإشارة في هذا السياق إلى أن مركز كتلتي الشمس وأحد الكواكب العظيمة التي تدور حوله (ككوكب المشتري مثلا) لا بد وأن توجد خارج سطح الشمس بكل الحسابات. والآن إذا ما أعدنا تقييم حالة نظامنا الشمسي من وجهة نظر أكثر كمالا فلاشك أن الأمور ستزداد تعقيدا، فمثلا شمسنا الغالية (وكل النجوم في الكون) لا بد لها وأن تسير في الفضاء وبسرعة - وهي كذلك - فسرعتها النسبية مقارنة لأقرب النجوم الأخرى إليها تبلغ (20 كيلومترا) في الثانية الواحدة أي ما يعادل (45,000 ميلا) في الساعة - وهذه سرعة مهولة جدا. ولكأني أطلب منك أن تتخيل شمسنا تلك (وسرعتها الهائلة المذكورة)



وكانها سيارة سباق من نوع (فيراري) تسير بسرعتها الهائلة جارة خلفها تسعة من كواكبها عبر الفضاء في سباق نجمي محموم. والآن إذا ما أدخلنا كامل مجرتنا في الحسبان فإن شمسنا الآن ستدور بمدار شبه دائري حول مركز المجرة بسرعة جنونية مقدارها (220 كيلومترا) في الثانية الواحدة. (فأي سباق هذا؟؟ والإلام؟؟).

وختاماً ولتسليط الضوء على أهمية (قانون حركة نيوتن الثالث) لا بد لنا من التأكيد على حقيقة اعتباره إبداعاً فريداً اتفق عليه معظم فيزيائيي العالم، يفوق في أصالته قانونيه الآخرين في الحركة. كتب (ارونز - Arons) في مؤلفه الشهير (تطور مفاهيم الفيزياء) ما يلي:

((تجد كافة المفاهيم والآراء والقوانين التي سبق ذكرها وشرحها شيئاً من الخلفية التاريخية والخيوط الرياضية التي تدل بشكل أو بآخر على سابق تطور لها وسالف نقاش جرى ذكره بصدها، إلا هذا (القانون الثالث) فقد عجز المؤرخون في بحثهم عن إيجاد أي صيغة أو دليل أو حتى لأي إشارة تدل عليه من قريب أو من بعيد في كافة كتابات من سبق (نيوتن) من العلماء والباحثين ولا لأي ذكر عنه أو لأي مقدمات عليه وحتى ضمن كتابات ومؤلفات (نيوتن) السابقة لظهور كتابه العظيم (المبادئ - Principia) في عام 1687)).

شكلت قوانيننا الثلاث السابقة دعائم وأسس الحركة بكل أشكالها وتفصيلها ولم يجرؤ أحد على الشك بدقتها ومصداقيتها المطلقة وإلى حد أوائل القرن العشرين أي أوائل المئة التاسعة عشرة بعد الميلاد. نعلم اليوم وبما أكدته لنا التجارب العلمية أن قوانين حركة نيوتن تبدأ بالانهيار كلما اقتربت سرع الأجسام المعنية من سرعة الضوء، وعليه لا بد لها أن تنضم تحت لواء (نظرية اينشتاين للنسبية الخاصة)، والتي أدخلت عليها تعديلات جذرية عززت من صمودها في نطاق تلك السرع الخيالية. فعند السرع المتناهية، لن تصمد معادلة الزخم البسيطة بشكلها الكلاسيكي التالي:

$$p = mv$$

وإنما لا بد من إدخال التحوير اللازم عليها - وحسب نظرية اينشتاين السالفة لتصبح:

$$p = mv / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

حيث  $c$  هي سرعة الضوء في الفراغ.

وبرزت معضلة مشابهة تحدت قوانين نيوتن لدى اكتشافنا للعوامل (المتناهية في الصغر والمادون الذرية) والتي تشمل الجزيئات والذرات ومكوناتها والتي لم يُمكن التعامل معها لولا إدخالنا لمفاهيم (الكم) الجديدة إلى مضماتها.

وعند كلامنا عن قوانين الحركة بصفة علمية بحثة لابد لنا من حصرها في نطاق (الأطر المرجعية الثابتة) والتي تتحرك بإزاحة ثابتة لا تتغير، وعلى رغم الحقيقة العلمية الدامغة بأن أرضنا لا تمثل - بحق - إطارا مرجعيا ثابتا لأنها بطبيعتها تدور حول محورها وحول الشمس إلا أننا اتفقنا - اصطلاحيا - ولأجل إجراء التجارب الحياتية الحقيقية أن نعتبرها كذلك.

سطعت عبقرية (نيوتن) تحت ضوء حقيقة لا مرء فيها ؛ وهي تمكنه من تقديم نظام كامل ضمن إطار محكم مكننا من فهم طريقة تصرف العالم حولنا في مجريات حياتنا اليومية الحاوية على أجسام تتحرك بسرعات قابلة للفهم والإدراك، فلا تزال تلك القوانين فعالة جدا ومستخدمة في مسائل تتضمن التخطيط والتصميم لصناعة الخراطيش النارية والتعامل مع كرات السلة وحتى إطلاق الصواريخ. ورغم عدم نُكراننا لجهود العديد من البحاثة من أمثال (غاليليو) والذين أتحفوا العالم باكتشافاتهم الباهرة في نطاق الميكانيك الكلاسيكية، ولكن الفضل في إحكام بناء النظام الكامل يعود في النهاية إلى (نيوتن) وحده بلا منازع.



## قانون نيوتن للجذب العام 1687

NEWTON'S LAW OF UNIVERSAL GRAVITATION. (1687)

– يجذب كل جسم مادي كل جسم مادي آخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتليهما وعكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينهما. يكتب (قانون نيوتن للجذب العام)، عادة، على الشكل التالي لكتلتين نقطيتين، والكتلة النقطية هي عبارة عن جسم مثالي تركز كامل كتلته في حجمه النقطي متناهي الصغر إذا ما قورن بالمسافة الهائلة التي تفصله عن الجسم الآخر:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

حيث  $F$  – مقدار قوة الجذب الفاعلة بين الكتلتين و  $G$  – ثابت التجاذب و  $m_1$  – كتلة أحد الجسمين النقطيين و  $m_2$  – كتلة الجسم النقطي الآخر و  $r$  – المسافة الفاصلة بينهما أما قيمة  $G$  فتكتب عادة بقيمة تساوي:  $[6.67 \times 10^{-11} \text{ مرفوعة إلى القوة السالبة العاشرة}]$  بوحدات نيوتن  $\times$  متر مربع / كيلو غرام تربيع  $(\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2)$ .

لقد أدرك (نيوتن) وفي وقت مبكر إمكانية حساب  $G$  بدقة ولو بصورة نظرية ولكنه اقتقر إلى الآلات والأدوات الدقيقة التي تمكنه من تحقيق ذلك ولكنه، وعلى أية حال تمكن من وضع الدليل اللازم لثبوت تلك القيمة. لقد كان على الزمان الانتظار لمئة عام أخرى بعد نشر نيوتن لكتابه العظيم (المبادئ) حتى جاء [هنري كفنديش] (1731-1810) [Henri Cavendish] الذي استطاع أن يتوصل إلى تقريب ممتاز لتلك القيمة باستعمال (قباين العزوم)<sup>(1)</sup> الدقيقة والحساسة جداً.

في المفهوم العام للجاذبية: علينا توسيع مدار كنا لاستيعابها فهي لا تقتصر على قوة جذب الأرض للأجسام الكونية المجاورة لها كالقمر مثلاً ولا على قوة جذب الشمس لكواكبها الدائرة حولها فحسب، وإنما تتعدها وتشمل بآثارها كافة الأجسام المادية على الإطلاق،

(1) Torsion Balances. (الترجم)

وعمق دار يتناسب مع حاصل ضرب كتلتها، فحين تقرأ صفحات هذا الكتاب فإن كتلة جسمك ستجذبها، كما ستجذب هي كتلتك إليها كذلك. ألف (بول تبلر - Paul Tipler) كتابا بعنوان (الفيزياء) جاء فيه:

((يعود كامل الفضل للجاذبية في إبقائنا مرتبطين بالأرض، ويعود لها الفضل في ارتباط الأرض وبقية الكواكب بالنظام الشمسي، كما يعود إليها الفضل كذلك في تطور النجوم وتصرف المجرات، أي أن للجاذبية فضل تماسك الكون ككل، إن شئت أن تقول ذلك؟؟)).

أبلى (قانون جاذبية نيوتن) بلاء حسنا في تفسير حركة الكواكب حول الشمس والتي سبق لكبلر أن تقدم بها ووصفها بدقة عالية جدا دون الحاجة إليه، أما (نيوتن) فقد حرص أن تكون من ضمن التبريرات المقنعة التي ساقها دعما لقانونه في التربيع العكسي هي إمكانية الكاملة على تفسير المدارات الإهليجية للكواكب حول الشمس نتيجة للقوة التي يمنحها للكل المتجاذبة، وعليه فقد أمكنه اشتقاق (قوانين حركة كواكب كبلر) منه. ولكن نيوتن - ورغم تفكيره ومحاولاته - لم يفهم قط (سببية) الجاذبية ولا كيفية تكونها ولا طريقة انتقالها عبر الفراغ في الفضاء. لقد انتظرنا - وبصبر - دهرًا حتى أتى (اينشتين) ليفسر لنا شيئاً عنها بمنظوره عن انحناء الفضاء. (وقد يناقش بعض العلماء (سببية) اينشتين تلك أيضا بتساؤلهم عن مدى فهمه لها، وبتساؤلهم عن مدى فهمه لانحناء الفضاء ذاته!) وقد ترانا أخيرا عاجزين عن التملص من حقيقة قيام معظم العلماء والباحثين بمجرد (إعادة تشكيل أو توفيق) المعطيات بقوانين كي تتماشى مع النماذج الموجود أصلا.

وفي عام (1693) اعترف نيوتن ذاته بجهله لكنه قوة الجاذبية وذلك في رسالة كتبها إلى الوزير واللاهوتي [ريچارد بنتلي (1662-1742) Richard Bently] والتي جاء فيها:

((لم أتمكن ولحد الآن من تحديد كنهه أو إيجاد أي تفسير لظاهرة الجاذبية التي توصلت إليها، وتمكنت من وضع نظريتي بشأنها... ولكن ما يلج صدري - في الوقت الحاضر على الأقل - هو حقيقة وجودها وحقيقة فعلها بموجب القوانين التي تقدمت بها والتي



تمتع بعمومية شاملة لتضم تصرف كافة أوجه الحركة في نظامنا الشمسي وكافة الأجسام في الكون، وذلك من خلال تسليط قوة محسوسة من قبل كل جسم على كل جسم آخر، تمر وتؤثر عبر الفضاء والفراغ دون حاجتها لأي وسط ناقل. ولكن لا بد لي من التأكيد بأن ذلك التأثير وتلك الحالة الفريدة والغريبة التي توصلت إليها واكتشفتها وتحققت من وجودها هي من ابتكاري الصرف ومن أصليات بنات أفكاره حيث لم يتمكن أي رجل سواء كان فيلسوفاً مادياً حصيفاً أو عالماً دقيقاً فظناً من التفكير بها أو اكتشافها قبلي).

ناقش (نيوتن) وحاول إثبات فرضية كون القوة الجاذبة للأرض أو تلك التي تجذب الأرض بقية الأجسام بها إليها، هي عبارة عن نوع ما من (المغناطيسية) التي تحفظ الكواكب في مداراتها حول الشمس. لقد افترض أحد المفكرين والمحللين البارعين في التاريخ وهو الفيلسوف والعالم الفرنسي [رينيه ديسكارتية (1596-1650) Rene Descartes] بأن هناك قوة هائلة عظيمة تشبه (قوة الإعصار)، هي المسؤولة عن دوران الكواكب حول الشمس. أي أن هناك (دوامة) عظيمة هائلة تلفهم حولها جميعاً كما تلف الدوامة الهوجاء صغار القوارب وتقتلها حول مركزها.

يذكرنا حديثنا عن الجاذبية وتأثيرها بما يدعيه المنجمون اليوم من فعلها وأهميتها؛ فهم الذين حسبوا ودأبوا على الادعاء أن في اصطفااف الكواكب بشكل أو بآخر وتأثير جاذبيتها على بعضها البعض وعلى الأرض وعلى ساكنيها من الأهمية ما يجعلها الكاشف الفاضح لتاريخهم والمتنبئ المبصر لمستقبلهم! ولكن الحقيقة تقول (و بتطبيق قانون نيوتن للجذب العام) بأن فعل جاذبية الكواكب على أجسامنا من الضآلة يمكن بالنظر للمسافات الشاسعة التي تفصلها عنا، وإلا فكيف بإمكان اصطفااف الكواكب ساعة مولدك أن تؤثر على اهتماماتك وعواطفك إذا علمنا أن تأثير مجرد وجود طبيب الولادة جنب أمك، عند رأسك في غرفة الوضع عند ولادتك، لهو أعظم بكثير من مفعول جاذبية كوكب المريخ أو الزهرة. ولو كانت الجاذبية كما (نعرفها علمياً) هي مصدر ادعاءات المنجمين التي ملأت الصحف والمجلات والمحطات

الفضائية لكان من الحري بنا أن ندرس مفعول جاذبية القمر في هذا المجال والتي تفوق مفعول كافة الكواكب مجتمعة! ومع ذلك ترك المنجمون اهتمامهم بالقمر للعشاق والأحباب والتفتوا إلى ما ورائه من أجرام وكواكب. ولعمري لو أنهم اهتموا به فلربما كان قد هداهم إلى حب أصيل أو غرام جليل ولملك عليهم سويداء قلوبهم فلم يعد لهم لما سواه حيزا فيها!!

لدى تصفحنا لكتاب نيوتن العظيم (المبادئ) وبالتحديد رسالته الثالثة فيه، فإننا سنجد أنه قد استثمر قانون جاذبيته أكبر استثمار في تفسيره لمدارات الكواكب والأقمار ومسارات المذنبات كما تملئها عليها (وبغوض لم يكن قابلا للتفسير في علوم ذلك الزمان) قوة جذب الشمس لها، ومما توصل إليه حسابياً هو أن مقادير الجاذبية بمجموعها في نظامنا الشمسي لتشهد لاحتمالية وجود العديد من نماذج المدارات في الفضاء لمختلف الأجسام التي يتضمنها إضافة إلى المدار (الإهليجي - Elliptical) المعروف الذي تسلكه فعليا. لقد سبق وأن تطرقنا في مدخل (قوانين كبلر لحركة الكواكب) إلى إمكانية وجود أنواع أخرى من المدارات كالتي نسميها (بأشكال القطع المكافئ - Parabolic) والتي تعتمد أساساً على سرعة الجرم الدائر في أي مجال جذب معين، فعلى سبيل المثال تتبع بعض المذنبات مدارا يوصف (بشكل القطع المكافئ) تدور ضمنه مرة واحدة حول الشمس ولا تعود إليها أبدا، فإذا ما تخيلنا مجرد زيادة طفيفة في قيمة إزاحة الأرض التي نعيش عليها فجأة وبمقدار يقارب الـ 1.4 من إزاحتها الحالية لا نقلب مدارها الإهليجي حالا إلى مدار القطع المكافئ ولا نطلقنا معها (انطلاقة الجمل بما حمل) خارج نظامنا الشمسي إلى المجهول (الذي لا يعلمه إلا الله سبحانه). فكم من الزمن يأتري ستصمد كرتنا الأرضية ونحن وما يصاحبنا عليها من أحياء وجمادات في ظلمات الكون السحيق إذا ما قُيِّض لنا الحصول على مثل تلك الدفعة المخيفة؟ أترك إدراك ذلك لتصورك!!

تسلح العلماء والفلكيون عبر التاريخ (بقانون جذب نيوتن) العام للإفصاح عن العديد من التنبؤات، فلقد استخدم القانون، وبكفاءة تامة في تنبؤ ورصد، ومن ثم اكتشاف الكوكب (نبتون). لقد لاحظ العلماء ومنذ وقت بعيد بعض التغيرات الغريبة وغير المتوقعة في حركة الكواكب ضمن عائلتنا الشمسية، وتمكن كل من الفلكي الفرنسي [اربين لفيرييه



(1811-1877) Urbain Leverrier والفلكي البريطاني [جون كوخ ادامز (1819-1892) John Couch Adams] وبصورة مستقلة منفردة من استخدام (قانون نيوتن للجذب العام) للتنبؤ بوجود كوكب ثامن (لا بد وأن يضاف إلى مجموعتنا الشمسية!)، أبعد من آخر الكواكب المكتشفة وهو (يورانوس) والذي كان يؤثر تأثيرا بينا محسوسا عليه، فتم اكتشاف (نبتون) في عام 1864 ورُصد مداره الذي طابق مطابقة مذهشة الحسابات التي تنبأت بوجوده. ذكر (ارنو - Arnos) في كتابه (تطور مفاهيم الفيزياء) حقائق كثيرة عن قابلية (قانون نيوتن في الجذب العام) الحسابية وكفاءة قوته في التنبؤ حين قال:

((لقد برهنت نظرية القوى المتعاضدة التي بُنيت في صلبها على وجود قوة تجذب المواد والأجسام بعضها إلى بعض على إمكانية اشتقاق قانون الجذب العام منها وهو الذي يفسر بدوره (كما شاهدنا سابقا) قوانين (كبلر) الشمولية إضافة إلى كم هائل من الظواهر والملاحظات الأخرى. والآن إذا ما تساءلنا بجهنية وعلمية عما ينبغي على أية نظرية فعله وتقديمه بخصوص التفسير والإيجاز فلن نجد خيراً من (نظرية نيوتن) مثالا ساطعا يحقق بشمولية وبدقة مرضية ما ابتغيناه وفي الصميم)).

ومن الجدير بالذكر أن (قانون نيوتن) في الجذب العام ينطبق فقط على الكتل النقطية أو على الأجسام التي بالإمكان اعتبارها كتلا نقطية، أما تطبيقه على أجسام أكثر تعقيدا وأقل تناسقا وانسجاما فيكون تقريبا فقط وذلك لصعوبة حساب المسافة الفاصلة بينهما (I) فلن نعرف لها تحديدا دقيقا. والآن وعلى سبيل المثال: (تطلق) الأجسام المتناسقة الكروية والحاوية على أسطح وأغلفة غاية في الانتظام (قواها الجاذبية) خارج كيانها الكروي وسطحها، تماما كما تفعل نقطة مركزها الموجودة داخلها بالضبط، وبمعنى آخر تؤثر الأجسام الكروية المنتظمة ذوات الكتل متناسقة التوزيع بكامل قوة جذبها على الأجسام الأخرى المحيطة بها، كما لو كانت كامل كتلتها قد تركزت بنقطة واحدة (صفيرية) في مركزها.

وإذا رغبتنا في تطبيق هذا القانون بصورة دقيقة على أجسام معقدة الأشكال متغايرة الكتل، فما علينا إلا افتراض أي جسم على تلك الشاكلة وكأنه مكونا من عدد كبير جدا من الكتل

النقطية ومن ثم استخدام التفاضل والتكامل لحساب مقدار محصلة قوة الجاذبية بين أجزائه وموقع تموضعها كما لو كانت كتلة نقطية. ومن المدهش والمفيد أن نعلم عدم اعتماد (قانون نيوتن للجذب العام) على وجود أية كتلة بينية في الفراغ الفاصل بين جسمين، بمعنى عدم وجود ما يشابه (الحاجز أو الدرع المضاد للجاذبية) الذي يعمل على حماية أي جسم من تأثير جاذبية أي جسم آخر.

ولكن لا بد لنا من الاستدراك هنا والقول إنه برغم الإشادة (بنظرية أينشتاين العامة للنسبية) والتي تمثل الجاذبية كانهاء والتواء في الفضاء، وفعلها الدقيق في تفسير طبيعة الحركة في حقول جذب متناهية في العظمة والضحامة - كالحقل الذي يحفظ عطارد في مداره حول الشمس مثلاً - إلا أن في (نظرية نيوتن) وميكانيكيته ما يغنيها في حساباتنا وبحوثنا المتعلقة بالجلل الأعظم من أمورنا الاعتيادية وضمن مقاييسنا اليومية.

استوجب (اينشتاين) لتأثير الجاذبية سرعة تساوي سرعة الضوء، وعليه فإذا ما افترضنا اختفاء الشمس من موقعها وسط عائلتها الكوكبية فجأة، ضمن نظامها الشمسي فإن الأرض سوف تظل (متمسكة) بمدارها حولها لما يقارب الثمان دقائق بعد ذلك - وهو الوقت اللازم للضوء لقطع المسافة الفاصلة بين الشمس والأرض، وهذا ويعتقد كثير من العلماء اليوم بضرورة (لملمة) الجاذبية وجعلها كيميما (أي وحدات منفصلة أو جسيمات) أسموها ابتداءً بـ (جاذبتونات - Gravitons) أسوة بالإلكترونات وكيميما الضوء (الفوتونات) التي دخلت عالم الفيزياء كوحدات تكوين كافة أطيايف الموجات الكهرومغناطيسية.

دعنا - وكفسحة فكرية - نناقش شيئاً من مضامين نظرية الجاذبية حسب تصور (اينشتاين) ووفقاً لنظريته الخاصة في النسبية.

ففي عام (1915)، أي بعد مرور عشر سنوات على نشر (اينشتاين) لنظريته الخاصة في النسبية (والتي أزاحت صفة الإطلاق عن كل من حدي المسافة والزمن)، طلع اينشتاين علينا (بنظريته العامة في النسبية) والتي فسرت طبيعة الجاذبية من منظور خاص مختلف عما سبق. لقد جاء (اينشتاين) بمفهوم أقض مضاجع العلماء، وباقترح أدار لهم عقولهم حينما نزع صفة



(القوة) عنها ورفض مساواتها مع غيرها وألبسها صفة التابع (والنتيجة) لتحذب (الزمكان) الناتج بفعل كتلتها عليه. ومختصر ما يُحبذ اهتمامنا للاستدلال على الفرق بين (عالمي) نيوتن واينشتين هو المثال المتعلق ببعض الأجسام ككوكب عطارد، أقرب جيراننا إلى الشمس... فقد جاء في ذكر مقدار المسافة التي تفصله عن الشمس، في طبعة عام (1910) من الموسوعة البريطانية والتي اعتمدت على (قانون نيوتن في الجذب العام) في تحقيق العلاقة لـ  $r$  مرفوعاً للقوة (2.0000001612) [بدلاً من  $r$  تربيع (أي المرفوعة للقوة 2)] المفترضة وذلك لغرض تحسين فرص التنبؤ بحركة ذلك الكوكب.

يعتبر مثال الكرة الثقيلة على الغشاء المطاطي من أبسط وأدق الأمثلة لتقريب (نظرية اينشتين للجاذبية) إلى ذهن المتلقي لفهمها، فيفترض أولاً انغمار كل كتلة في الكون في مجالها (الفضازماني) الذي يلفها فتغطس فيه كما تغطس كرة (البولنك) الثقيلة إذا ما استقرت على غشاء مطاطي مناسب.

وهذا تصور عملي دقيق لما تفعله النجوم في النسيج (الزمكاني) الكوني. والآن إذا ما حاولنا وضع كرة صغيرة من الزجاج أو من الرخام في التقعر الناتج عن استقرار كرة البولنك على الغشاء المطاطي المتوتر ودفعها قليلاً بضربة بسيطة، فإنها سوف تدور لفترة وجيزة حول الكرة الكبيرة؛ وهذا ما يحصل - في تصور اينشتين - للكواكب الدائرة حول الشمس. ولكنك إذا ما حاولت تحريك كرة الزجاج الصغيرة على ذات الغشاء المطاطي ولكن بعيداً عن موقع الكرة الكبيرة حيث لا يوجد تقعر بينَ فإنها لن تتأثر بها أبداً. إن في تغير شكل الغشاء المطاطي بفعل وجود الكرة الثقيلة عليه لهو الموازي التوضيحي لحال النسيج الزماني والمكاني الذي يلف كافة النجوم والكواكب وعليه فقد رسخ في أذهان العلماء والفيزيائيين الآن المبدأ القائل بانحناء الفضاء (الزمكاني) بفعل الكتلة (وهو الذي يملئ على المادة مسارها). ينطبق ذلك حتى على الأشعة الضوئية التي تعاني شيئاً من الانحناء عند انطلاقها في الفضاء، وعليه فإن مواقع النجوم والمجرات التي نلاحظها ترصع السماء الصافية ليلاً لا تمثل مواقعها الحقيقية وإنما مواقع خيالية تصورية نتجت عن انحناء الضوء الوارد إلينا منها عند سفره في حبل السماء.

ينجر عن انحناء الفضاء (المكان) تغير افي الزمان، ووفق منظور (اينشتين) للكون فإن وجود الزمن أصلاً لا بد وأن يكون مرتبطاً جذرياً بوجود الفضاء، ونظريته في النسبية العامة لخير عون لنا لإدراك كيفية (تغير) الزمن بفعل الجاذبية وتفسير كيفية مرور الوقت (أبطأ) في قبو منزلك عنه في الطابق العلوي حيث يخف تأثير الجاذبية قليلاً ويضعف. تسمح المعطيات النظرية للنسبية العامة باحتمال السفر عبر الزمن، ليس ذلك فحسب بل ولعلها تشجع على ذلك بعدة سبل شرحت بعضها في الكثير من كتيبي السابقة كالكتاب الذي نُشر لي بعنوان (دليل المسافر عبر الزمن)، لا أخالك تحسب أن ما ذكرناه وما يُنسب إلى تلك النظريات هو مجرد حدس وخيال، وإنما هي حقائق مادية فيزيائية دامغة تم التوصل إليها عبر العديد والعديد من التجارب وتم التأكد من صحتها ودقتها مرات كثيرة.

ولي أن أذكر في سياق حديثنا عن الجاذبية وجود مجاميع صغيرة من علماء الفلك والفيزيائيين والذين اتخذوا على عاتقهم سبر الحقيقة والتأكد من صحة بديل مناقض تماماً (لقانون نيوتن في الجذب العام)، وهو الحقل الذي أطلق عليه اصطلاحاً اسم ديناميكا نيوتن المحورة - أو موند (MOND - Modified Newtonian Dynamics)؛ غرضهم في ذلك تفسير بعض الظواهر المقلقة والمهمة والمتعلقة بتصرف الجاذبية على مستوى المجرات النائية، فلقد دأب الفلكيون على إدراك (وبنتيجة المراقبة الدقيقة المستمرة) أن المجرات تدور، ولكن بسرعة (عالية جداً نسبياً) الأمر الذي يحتم عليها معها أن تبعثر شُتاتاً في الفضاء الكوني - والحال الواقع عكس ذلك بالطبع فهي هناك متماسكة نراقبها بأُم أعيننا! - وعليه فقد افترضوا وجود كميات هائلة من الكتلة التي لا تُرى اسموها (بالمادة السوداء - Dark Matler) هي المسؤولة عن توليد مقدار الجذب الإضافي الضروري لتماسك مجرات الكون. أما مناصرو نظرية (موند - MOND) والعاملون عليها فلم يروا رأي مخالف وتفسير مغاير يقول بعدم ضرورة افتراض وجود (المادة التي لا تُرى)، أو (المادة السوداء) ولكن بتفسير تصرف الجاذبية ذاتها بأسلوب مغاير لما يعمليه علينا فهمنا لحقيقة ما يعنيه تناسبها العكسي مع مربع المسافة الفاصلة:  $1/r^2$ ، (وهو الحد الشهير في قانون نيوتن للجذب العام). ولكن لاداعي لقلقنا -



نحن قراء العلوم البسطاء - فلا زال أمام تلك الفرق الفسيح من الوقت ليبددوه، والكثير من الجهد ليزدلوه كي يغيروا جذريا مفهوم العالم عن الجاذبية، ناهيك عن حاجتهم للعدد الجمن من الأدلة والبراهين لدعم ما ذهبوا إليه والتي لا تتوفر لديهم في الوقت الحاضر....

لأجل إضفاء المزيد من الدقة لحساب مختلف الظواهر الكونية، دأب العلماء والفلكيون والفيزيائيون على تحسين وتطوير وحتى استنباط الجديد من المعادلات والحدود الرياضية بناء على مشاهداتهم الفعلية لتلك الظواهر في الكون الذي يحيط بنا، وبتطوير تلك المعادلات قد يضاف حد هنا أو ترفع قوة الاس هناك للوصول إلى الغرض المطلوب. ينتج عن ذلك احتمالات وتنبؤات قد تكون صعبة التصديق أو حتى ضربا من الخيال. لقد تعمس على الكثيرين - لأول عهدهم بالنظرية النسبية الخاصة - تصور إمكانية انكماش طول جسم يسير بسرعة الضوء (بالنسبة لمشاهد ثابت) إلى الصفر في حين ستبلغ كتلته ما لانهاية من الكيلوغرامات!! ولكن هذا هو بالفعل ما اقترحه تلك النظرية وصدقته كافة الحسابات والملاحظات الفعلية، واليوم يقترح الكثير من الفيزيائيين وجود العديد من الأكوان (وليس كونا واحدا!) الموازية لكوننا هذا الذي نعيش فيه - وقد تستعمل صفحات كتاب مفتوح أو طبقات بصلصة مقصوصة كمثال مبسط لذلك - ودليل العلماء على ذلك هو رصد وقياس مقدار (ما ينضح) من قوى الجاذبية من طبقة (كون) إلى طبقة (الكون الآخر) الذي يجاوره، فقد ينحرف شعاع الضوء الوارد إلينا من مجرة سحيق بتأثير جاذبية أجسام (مخفية) توجد في كون مواز لا يبعد عن كوننا الذي يتم فيه استلام شعاع الضوء وقياسه إلا بضعة ملمترات لا غيرها!! يعود تاريخ فكرة البحث عن تلكم الأكوان (بعد تراكم العديد من المعطيات التي تقترح وجودها) إلى عام (1997) حينما صمم فريق من العلماء من (جامعة كولورادو في بولدر) وشرع باختبار بعض التجارب التي تدعم احتمالية وجود مثل تلك الأكوان قريبة منا، فمن الناحية العملية التطبيقية ستكون أي مشاهدة أو تسجيل أو رصد لأدنى زيغ عن قانون التربيع العكسي النابع من قانون نيوتن للجذب العام دليلاً - ولو بسيطاً - لدعم التصور القائل بوجود الأكوان الموازية والمختفية في أبعاد محتجة عنا. لا ينبغي لأحد أن يتصور أن فكرة الأكوان المتعددة الموازية قد تكون بعيدة أو مستحيلة

المنال... فقد ظهر في استفتاء حديث أن حوالي (58%) من أساطين علوم الفيزياء والفيزياء الفلكية على وجه الخصوص يؤمنون - وبناء على معطيات رياضية رصينة - باحتمال تحقق النظرية القائلة بوجود نوع ما من تعدد الأكوان. قام بهذا الاستفتاء الباحث الأمريكي (ديفيد روب - David Raub) وأجاب بالإيجاب عليه فيزيائيون عظام من أمثال (ستيفن هاوكنج).



## قانون نيوتن للتبريد 1701

### NEWTON'S LAW OF COOLING, (1701)

وينص على تناسب معدل فقدان أي جسم لحرارته مع مقدار الفرق بين درجة حرارته وحرارة محيطه، ويكتب هذا القانون اليوم:

$$T(t) = T_{env} + [T(0) - T_{env}] e^{-kt}$$

حيث  $T$  - درجة الحرارة الجسم و  $t$  - الزمن و  $T_{env}$  - درجة حرارة المحيط و  $T(0)$  - درجة حرارة الجسم الابتدائية و  $k$  - ثابت موجب

وإليك المثال التوضيحي التالي: تصور طهيك لقدر من صلصة الطماطم ووضعها وهو في حالة الغليان في إناء ماء بارد جاري، درجة حرارته (4 درجات مئوية) ثابتة وبدأت بإدارته حتى يبرد. يعتمد معدل التغير في درجة حرارة الصلصة على  $T(0) = 100$  و  $T_{env} = 4$ ، وعليه ستكون:  $T(t) = 4 + 96e^{-kt}$  ولو توفرت لدينا أي قراءة إضافية أخرى، كدرجة حرارة الصلصة بعد 5 دقائق مثلاً، لاستطعنا حساب قيمة الثابت ( $k$ ) ولأكملنا المعادلة التي ستحدد درجة حرارة صلصتنا عند أي درجة حرارة مطلوبة ( $t$ ).

شرح لي أحد أساتذة الطب القضائي في الكلية طريقة استعمال (قانون نيوتن للتبريد) في حساب الوقت التقريبي للوفاة المتوقعة لجثة حديثة الاكتشاف في غرفة أحد الفنادق النائية، إذا ما علمنا درجة حرارة الغرفة عند وصولنا إليها لفحصها وافترضنا ثباتها كذلك. ولغرض تأكيد أهمية (قانون نيوتن للتبريد) فيما ذهبنا إليه، دعنا نفترض حضورك لثمارين إحدى مسلسلات القتل والإجرام الشائعة وصادف حضورك لمشهد جثة امرأة وجدت ميتة مسجاة على سجادة في إحدى غرف موتيل مشبوه عند طرف البلدة، اسم القتيلة (مونيك) ودرجة حرارة جثتها الآن (80 درجة فهرنهايت) ودرجة حرارة الغرفة الباردة نسبياً (60 درجة فهرنهايت). قيس درجة حرارة الجثة بعد ساعة من قياسها للمرة الأولى فوجد أنها قد انخفضت إلى (75 درجة فهرنهايت). وهكذا ستوفر لديك كافة المعلومات اللازمة،

وستستطيع باستخدام (قانون نيوتن للتبريد) حساب وتعيين وقت وفاة (أو مقتل) مونيكا فقط إذا افترضت أن درجة حرارة الجسم الحي الطبيعية هي (98.6 درجة فهرنهايت). فيما يخص قضية جثة (مونيكا)، لابد وأن يقبل الادعاء العام بالتعيين التقريبي لوقت الوفاة وذلك لافتراض (قانون نيوتن) الذي بين أيدينا ضرورة كون الأجسام التي تخضع له متناسقة ومتساوية في درجة حرارة كافة أجزائها وهذا ما لا ينطبق حقيقة على جسم الإنسان الحي، فمن المعلوم أن درجة حرارة الجلد عادة ما تكون أوطأ من درجة حرارة الأحشاء الداخلية كالقلب والدماغ. وعلى كل حال فإن في (قانون نيوتن للتبريد) الفائدة والسند العلمي والطبي القضائي الكافي لتحديد وقت الوفاة ولو بصورة تقريبية.

### للفضوليين فقط:

- بين التحليل الدقيق لأجزاء جثة (نيوتن) بعد استخراجها من قبرها احتواءها على كميات كبيرة جدا من عنصر الزئبق، لعله كان قد تناولها خلال أبحاثه المستفيضة في علوم (الخيمياء).
- لم يكن (نيوتن) شديد الميل للتأليف والنشر، فلولا إصرار زملائه وأصدقائه ورجاؤهم واستدراجهم له لما رأت الكثير من مؤلفاته النور أبدا.
- لقد كان اهتمام (نيوتن) الاستثنائي بتصوير نفسه ووضع صورة له في كل مكان، ولكأنه كان مهتما جدا بتخليد نفسه للأجيال القادمة ملفتا للنظر حقا وبالأخص لدى بلوغه مرحلة الكبر والشيخوخة.
- آمن بالنظرية القائلة بأن المعادن والفلزات (وبكافة أنواعها) إنما هي (كائنات مماثلة) للأشجار وبإمكانها النمو والانتشار مثلها تماماً ولكن في باطن الأرض، وتحت التراب، ولا تتكون على سطحها.

- ذكرت آلاف المصادر عبر الإنترنت ومئات غيرها من المصادر المطبوعة قصة [ديموند - Dimond] الماس، وهو كلب نيوتن المدلل وما صنعه. وتتلخص قصة (ديموند) هذا، حينما قفز يوماً على إحدى طاوولات (نيوتن) وأوقع شمعة مشتعلة، أضرمت ناراً أتت



على أوراق نيوتن اختفت باحترافها أعماله المسجلة ولسنين عديدة. ولكن الجدير بالذكر هو تأكيد (ميلو كينيس - Milo Kenes) مؤرخ حياة (نيوتن) و كاتب سيرته الذاتية على عدم امتلاك (نيوتن) لأي كلب في يوم من الأيام، وإصراره على أن قصة الكلب لم تكن إلا محض اختلاق وإحدى الأكاذيب التي لم يكن لها أي نصيب من الحقيقة أو أصل من الصحة. - لقد جاء ذكر الفلكي الهندي (براهما كوبتا - Brahmagupta) ضمن الكتابات والمخطوطات القديمة، والذي تنسب إليه فكرة كون الجاذبية هي إحدى قوة السحب وبأنه استخدم المصطلح السنسكريتي (نسبة إلى اللغة السنسكريتية) - كروهاثفا كارشان - Gruhtvaakarshan) في عام (628) للميلاد للدلالة عليها.

## أقوال ماثورة:

- لا ينبغي مؤاخذه نيوتن على (انحداره) إلى دراسة علوم (الخيمياء)<sup>(1)</sup> وما صاحبها من دراسات للشعوذة وتحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب والماورائيات والسحر. فلولا انغماسه بكل تلك الضروب من (معارف) ذلك الزمان لما تفتق ذهنه عن أفكار بمستوى قوى الجاذبية والنفور بين الأجسام ولما استطاع وضع أسس وملامح نظامه الفيزيائي.

### هنري

John Henry, (Newton, Matter, and Magic), in John Fauvel et al's (Let Newton Be)

من مقالة له بعنوان (نيوتن والمادة والسحر).

نشرت ضمن كتاب المؤلف وهو بعنوان (ليكن ما ليكن فهو نيوتن!)

- لقد سجل التاريخ (نيوتن) كأعظم عبقر في سِفره، فلم يُنجب مثله لامعا محظوظا أبدا، وذلك لسبب بسيط هو أنه ليس بإمكاننا إيجاد عالم آخر لئلهندس ونُبدع له نظامه

(1) راجع المعنى المفصل لهذه الكلمة في حاشية هذا الكتاب صفحة (210). (المترجم)

غير عالمنا هذا.

### لاكزينج

Joseph Louis Lagrange. (Oeuvres de Lagrange, 1867).

– لقد ذكر المولى القدير (جل وعلا) العديد من النبؤات في كتبه السماوية، ليس لإرضاء غرور بني البشر وإشباع فضولهم بتمكينهم من معرفة المستقبل والقادم من الأحداث والأشياء، ولكن الغرض الأسمى منها كان وسيظل (إنفاذ إرادته تبارك وتعالى). وبعد تحققها وظهور الأحداث التي دلت عليها وتفسيرها، لن يعود الفضل – بالطبع – لا للمفسرين ولا للأحداث ذاتها وإنما لرحمته (عز وجل) بالخلق ورعايته لهم والتي ستظهر واضحة وتتجسد للعالم حينذاك. ولا غرابة في أن يتقدم الزمن على النبوءة المتحققة أو المعجزة الملموسة قبل أن يتحقق الإيمان التام السامي بإدراك تلك الرحمة والرعاية الإلهيتين.

### نيوتن

Isaac Newton. (Observation upon the Prophecies of Daniel<sup>(1)</sup> and the Apocalypse<sup>(2)</sup> of St. John, 1733)

مقتطف من كتابه (ملاحظات حول نبوءات النبي -دانيال- وتجليات القديس - جون-)، 1733.

(1) Daniel: وهو اسم دانيال أحد أنبياء بني إسرائيل ومعناه (دع الإله - سبحانه - يكون حكيم). وبحسب رواية التوراة فقد سبي صغيراً إلى بابل وظهرت معجزاته عندما لم تأكله الأسود التي رمي إليها، كما سطع نجمه أيام الملك نبوخذ نصر لقابليته على تفسير الأحلام. استمر في تقلده مناصب الدولة الرفيعة في مملكة بابل حتى صار أحد حكامها، بعد تمكنه من قراءة نبوءة قتل الملك (بلشازار Belshazzar) من قبل أولاده، كما استطاع الاحتفاظ بمناصبه بعد غزو الفرس لبابل وتدميرها ولذلك تمكن من إعادة الكثير من اليهود إلى أورشليم. واختلف حول موقع ضريحه الحقيقي، فيوجد ضريح له في الضاحية التي تحمل اسمه قرب مدينة بابل، كما يعتقد بوجود آخر في كل من المقدانية وكر كوك في العراق، وفي كل من (سوسة - Susa) و (ملامير - Malamir) في إيران. (المترجم).

(2) Apocalypse: وهو التجلي، بمعنى كشف الحجب لبني البشر عما خفي عنهم، ففي المفهوم الإسلامي: هي الساعة التي يكشف فيها الحجاب فيرى الإنسان عندها كل شيء. (فكشفنا عنك غطاءك فبصرك اليوم حديد) ق - 22. وفي المفهوم المسيحي للكلمة نفس المعنى، أو قد تعني مفهوم نهاية العالم كما خلال وبعد (معركة أرماجدون Armageddon Battle). كما قد تعني آخر ما كتبه (القديس جون - Saint John) وهو أحد حوار بني السيد المسيح عليه السلام ويمثل الجزء الأخير من الإنجيل. وخير ما يوضح هذه المفاهيم هو المصطلح الإغريقي (apokalupsis eschaton) ويعني كشف الحجب الماورائية عن البشر أو نهاية الزمان. (المترجم).



- لقد وصف هذا القانون (قانون الجاذبية) وعن حق بأنه أشمل وأعظم تعميم توصل إليه الذهن البشري. أنا لست مهتماً إلى تلك الدرجة بالذهن البشري بقدر اهتمامي و إعجابي بالطبيعة التي (رضيت) بخضوعها لمثل هذا القانون الرشيق والانيق، وأقصد به (قانون الجاذبية). وعليه فلن نركز كثيراً على مقدار نباهتنا التي أوصلتنا إلى اكتشافه وإيجاده بقدر ما لنا حق الإعجاب - إن لم نقل الدهول - لحقيقة عظمة و نباهة الطبيعة التي التفتت إلى مثل هذا القانون وشملتته باهتمامها.

### هينمن

Riohard Feynman: The Character of Physical Law

مقتطف من كتابه (صفة القانون الفيزيائي).

- لقد شكلت الرياضيات (نيوتن) ما شكله الماء للأسماك والهواء للطيور، هي وسطه وشغفه وديده الذي لم يمكنه العيش بدونه والذي امتلك ناصيته دون أي جهد وبلا أدنى نقاش.

### وستفول

Richard West fall, (Newton's Scientific Personality

مقتطف من كتابه (شخصية نيوتن العلمية).

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

- [اسحق نيوتن (1642-1727) Isaac Newton] رياضي وفيزيائي بريطاني اشتهر عالمياً بقوانينه في الحركة والتجاذب والتبريد وبنظرياته حول الضوء والألوان وفي ابتكاره لحساب التفاضل والتكامل، وسيكل القلم حقاً وسيعجز حتماً عند محاولته الإحاطة بكافة إنجازاته واهتماماته.

- ومن نافلة القول أن نضيف إلى مهاراته كونه فلكياً بارعاً وتجريبياً استطاع تحليل الضوء الأبيض إلى ألوانه الأساسية وإثبات تكوينه منها وذلك بعكس عملية فصل الألوان بموشور مقلوب وكان قد فسر ظاهرة القوس قزح وبنى أول منظار نجمي عاكس، كما اكتشف

نظرية ذات الحدين (Binomial Theorem) وابتكر الإحداثيات القطبية واستطاع إثبات أن القوة التي تسقط التفاح من على أشجاره إنما هي ذات القوة التي تسوق الكواكب في مداراتها حول الشمس، وهي التي تولد الأمواج في البحار والمحيطات.

— كما كان المؤلف للعديد من الرسائل الإنجيلية ذوات العناوين التي لها علاقة مباشرة بالكتاب المقدس كالتي كتبها عن نبوآته. وقد أثبت تاريخ حياته ومراجعة سيرته الذاتية اشتغاله وتكريسه جل وقته في دراسة مواد الكتاب المقدس واللاهوت<sup>(1)</sup> والخيمياء<sup>(2)</sup>، حتى أنه كان قد كتب في المواضيع الدينية والسحرية أكثر مما كتبه فعلاً في العلوم الطبيعية.

— وتدل الحقائق على أنه كان قد أمضى الشطر الأعظم من حياته في تحليل نصوص الكتاب المقدس القديمة. وما يدهش فعلاً بخصوص اكتشافاته العلمية الضخمة هو ندرة الوقت الذي كان قد كرسه فعلاً لها. كتب خبير الاقتصاد والفيلسوف المعروف [جون مينارد كينس (John Maynard Keynes 1883–1946)] والذي كان قد درس كافة مؤلفات نيوتن في الخيمياء، سيرة ذاتية مختصرة له على شكل مقالة جاء فيها: (إن نيوتن لم يكن أبداً من أوائل حملته لواء المنطق والعلم والسببية والتفسير المادي، وإنما كان في الحقيقة آخر السحرة العظام الذين انطوى سجل التاريخ عما سواه طارداً إياهم بعيداً عنه).

— ولعل من المفيد الإشارة هنا إلى أن قلة قليلة جداً من المتبعين لتاريخه وتاريخ العلم ليعلمون أن حقيقة مثابرة نيوتن وإصراره كان من أجل أن يخلد التاريخ اسمه كأحد المجددين في الكتابات اللاهوتية والدراسات الإنجيلية (حسب رغبته) أكثر من اشتغاله في تأليفه لنصوصه العلمية وكتبه الرياضية.

— ومن المفيد أن نذكر وعلى وجه التحديد أن إيمان (نيوتن) بالمسيحية كان على مبدأ التوحيد المطلق وليس على مبدأ الأقانيم الثلاثة، فقد آمن وعلى وجه التحديد بأن الله (عز

(1) راجع معنى الكلمة في حاشية صفحة 154 من هذا الكتاب. (المترجم)

(2) راجع معنى الكلمة في حاشية صفحة 210 من هذا الكتاب. (المترجم)



وجل) كان قد خلق السيد المسيح (عليه السلام) كإنسان اعتيادي فان وليس كإله خالد، وقد تمكن من إيضاح منطق تفكيره الديني بأسلوب علمي منهجي مقبول منتقدا التفكير الخيالي المفعم بالأوهام والذي ساد في عصره مبيناً بأن طغيان الأمزجة الحارة، وسيطرة التطير والخرافات على العقل البشري وخاصة في الأمور المتعلقة بالدين هو بالحقيقة ما دفع رجال الدين المسيحي آنذاك لإضفاء روح الغموض والإبهام الذي يعيل مزاج الإنسان الاعتيادي إليه، فلاشك أن انجذاب عموم الناس وحبهم للغامض المستور من الأمور مما لا يعلمون عنه شيئاً، ليفوق عمر احل حبهم وشغفهم بما يعلمونه منها.

لقد انعكس الإيمان الاستثنائي (نيوتن) وطريقة تفكيره في توحيد الألوهية والربوبية بمعبود واحد على طريقة تفكير الآباء المؤسسين لأمريكا المعاصرة في تاريخها الحديث، وعليه لم يتخذ أي من رؤساء الولايات المتحدة الخمسة الأوائل المسيحية التقليدية كمذهب له، فعلى سبيل المثال لقد كان [جون آدمز (1735-1826) John Adams] وهو الرئيس الثاني لها موحداً (خالصاً) لم يقبل يوماً لا بوجود الأقانيم الثلاثة ولا بألوهية السيد المسيح (عليه السلام)، كما يذكر لنا التاريخ استعمال (توماس جيفرسون - Thomas Jefferson) الموسى في عام (1804) لإزالة كل النصوص من الكتاب المقدس والتي لها علاقة بطبعة الملك جيمس (King James) للعهد الجديد والتي احتوت على نصوص وأفكار (ما فوق طبيعية) كطريقة ولادة السيد المسيح (عليه السلام) وقضية بعثته قبل يوم القيامة وقصص تحويل المياه إلى نبيذ. لم يتبق بعد كل تلك الإزالات إلا ما يقارب عُشر الكتاب المقدس القديم والذي قام (جيفرسون) بإلصاقه ببعضه وطبعه تحت عنوان [فلسفة يسوع المسيح (عليه السلام) من نزاريا].

لم يخف (جيفرسون) احترامه وتبجيله للسيد المسيح (عليه السلام) كإنسان وكمعلم وكنبي مبعوث له رسالته ولكنه كثيراً ما كان يرفض إضفاء صفة الألوهية عليه وإحاطته بها.

لقد تقبل (نيوتن) واحترم وجود الكتاب المقدس وآمن بتعاليمه وما جاء به في قصة الخلق، إلا أنه وفي نفس الوقت كان شديد البحث عما يكون قد خفي بين سطوره من طلاسم وألغاز وما ووري بين صفحاته من رسائل ونبوءات، كما أنه لم يتهاون أبداً عن كتابة العديد من

الرسائل التي تنتقد بعض أطروحاته كما جاء في كتابه الموسوم (ملاحظات تاريخية معمقة حول اثنين من نصوص التوراة الخاطئة)، هذا وقد بين فيه، بعد بحث طويل ودراسة معمقة بأن التاريخ الحقيقي لتعميد السيد المسيح كان في الثالث من شهر نيسان (أبريل) من عام (33) بعد الميلاد، وهو التاريخ المقبول اليوم لدى الكثيرين. هذا ويعتبر حساب التفاضل والتكامل واحداً من أهم إبداعات (نيوتن) ابتكرها لتفسير ظاهرة الحركة وقد يكون قد فعل ذلك بغية التعرف أكثر على الطبيعة وفهمها بصورة أعمق، وذلك تقرباً لله عز وجل (سبحانه وتعالى). ولعله من المفيد جداً وقبل أن نسترسل في شرح تفاصيل حياة هذا العبقري، ومن المثير والملذ حقاً أن نكون تصوراً أوضح وفهماً أعمق لاهتماماته المتنوعة وموسوعيته الفريدة، فلقد ظهر جلياً للعيان وبعد تحليل ودراسة مجموع ما تركه من كتب في مكتبته الخاصة والبالغ عددها (1,752) كتاباً بعد وفاته أنه كان للرجل ميل طامح واهتمام استثنائي بالأمور الغيبية والمسائل الغامضة والمواضيع المعقدة والألغاز الدينية، ولعل خير ما وصلنا من تصنيف لتلك المكتبة هو ما جاء في مؤلف (جون هاريسن - John Harrison) الموسوم (مكتبة اسحاق نيوتن الشخصية) وقد صنفها وفق مواضيعها وأظهر تركيز كتبها على مواضيع محددة لخصها الجداول رقم (4) في أدناه. ومن المدهش أن نلاحظ فيه أن ما لا يزيد على (12%) فقط من مجموع عناوين ما حوته تلك المكتبة العامرة كان له علاقة وثيقة بما عرف واشتهر به نيوتن في العالم العلمي الحديث.

لقد صُنف (نيوتن) بأنه مسيحي أصولي ملتزم مؤمن بحذافير تعاليم الكتاب المقدس ومن النوع الذي لا يشق له غبار، فقد كان راسخ الإيمان بوجود الملائكة والشياطين وإبليس (لعنه الله)، كما كان شديد الإيمان بالتفسير الحرفي للخليقة والتكوين فلم يتعد بتفكيره حقيقة الأرض ونشوتها وإنما اعتقد أن عمرها لا يتجاوز البضعة قليلة من آلاف السنين. ومن ضمن اهتماماته كان دأبه الذي لم يفتر ومحاولاته التي لم تكلّ لإثبات حقيقة الوقائع التاريخية التي جاء بها العهد القديم من الكتاب المقدس، ولقد بين في أحد كتبه حوله بأن منعطفاً حاداً خطيراً كان قد أصاب الديانة المسيحية ككل في القرن الرابع بعد الميلاد حينما



تبنى قنصل نيكاي (Council of Nicaea)<sup>(1)</sup> مفهوماً متعصباً خاطئاً حول طبيعة السيد المسيح (عليه السلام).

الجدول رقم 4

عدد الكتب وتصنيفها في مكتبة اسحاق نيوتن الخاصة البالغ عددها (1752) كتاباً:		
النسبة	عدد الكتب	الموضوع
(27.2%)	477	الديانة واللاهوت
(9.6%)	169	علوم الخيمياء والسحر
(7.2%)	126	الرياضيات
(3.0%)	52	الفيزياء
(1.9%)	33	علوم الفلك
(51.1%)	895	مواضيع أخرى متفرقة
المصدر: جون هرسن [مكتبة اسحاق نيوتن (كمبردج) مطبعة جامعة كامبردج - المملكة المتحدة 1978]. John Harison, The Library of Isaac Newton (Cambridge, U.K. Cambridge University Press, 1978)		

ولنا الحق أن نتساءل عن أعداد المسائل التي كان بإمكان (نيوتن) حلها وعن كمية المعلومات التي كان بإمكانه التوصل إليها لو أنه كان قد قلص قليلاً من الوقت الذي نذره لدراسات الكتاب المقدس. لقد تبين من دراسة حياته عن كتب أنه لم تكن للرجل أي اهتمامات بالجنس أبداً، فهو لم يتزوج قط وبناء على ما شهد به كافة معاصريه أنه لم يضحك في حياته أبداً (وإن كان قد تبسم أحياناً في بعض المواضع). لقد عانى خلال حياته من انهيارات عصبية جسيمة، وقد استنتج بعض المختصين من مراجعة سجلات حياته بأنه كان مصاباً بالكآبة العُصابية (وهو نوع مرضي عنيف جداً من الكآبة) المقترنة بازدواجية الشعور، والتميزة بحالات نفسية ومزاجية من الحزن الشديد متبادلة مع حالات من السعادة والحبور. وقد توصل بعض المؤرخين والباحثين في تفاصيل حياة نيوتن أنه كان مصاباً بما يسمى (بملازمة

(1) Council of Nicaea - قنصل نيكاي (الأول): كان رئيس الأساقفة ورأس الكنيسة الكاثوليكية في زمن الأمبراطور الروماني قسطنطين في 325 م. وموقعها الآن مدينة (إزنك) التركية - اشتهر بإعلانه المقدس لتوحيد الأمة المسيحية وأدخل تعاليم جديدة عليها لم يقبلها الجميع. (الترجم)

اسبرجر - Asperger's Syndrome)<sup>(1)</sup>. كتب (ميلو كينس - Milo Keynes) في مؤلفه (شخصية اسحاق نيوتن) ما يلي:

((لقد امتاز نيوتن بكونه شخصاً محروماً من روح النكتة والسعادة، دائم التوجس والاضطراب، كثيراً ما كان يركبه الهم ولم يشعر أبداً بالأمان في حياته. لقد كان محافظاً جداً لا يُطلع أحداً على خصوصياته مع صفات انفعالية ظاهرة ودفينة وحالات تقمص لا يعطشها أي مراقب، كما كان شديد التزم ذات أفكار (هرطقة) صعبة القبول. كما كان (طهورياً) متديناً أصولياً متعقفاً شديد الشعور بالذنب لأدنى تصرف أو شعور، وكان ذا قابلية محدودة جداً (وقد تكون معدومة!) على الشعور بالفرح والتمتع بأي لذة، ولكن الظاهر أنه كان يحب وبشغف تناول قطع لحم البقر المشوية جيدة الشيء... ولم تمر على لسانه كلمة (الحب) في حياته أبداً)).

لقد ذكر كاتب سيرته الذاتية (انتوني ستور - Anthony Storr) وأكد على (هوس نيوتن الدائم بالتنقل من منزل إلى منزل ومن مكان إلى آخر، فلقد كان عُصابه مرضياً بكل المقاييس. ولعله بالإمكان عزو ذلك إلى خوفه الدائم ولوجله ولخجله المستديم من تكوين أو مصادفة أية علاقة نسائية، فلقد كان الرجل قد قرر إحباط وإزالة كل ما له علاقة بالجنس في حياته والظاهر أنه قد نجح بذلك نجاحاً كبيراً!!).

سلط (بل برايسون - Bill Bryson) الكثير من الضوء على مثالب شخصية نيوتن، وعلى غرابته في تصرفاته في كتابه الموسوم (المختصر في تاريخ كل شيء) حين قال:

((لقد جمع نيوتن في شخصيته أغرب ما يمكن جمعه من عجائب الصفات وغريب الملامح، فلقد اشتهر بشروده الدائم، وبالأخص عند نهوضه صباحاً من فراشه وبقائه جالساً عليه لساعات طوال، ساهما حالاً لا تراه يحرك ساكناً إلا هزهة رجليه

(1) Asperger's Syndrome - نوع خاص من طيف أمراض التوحد. أول من وصفه هو طبيب الأطفال النمساوي (هانز اسبرجر - Hans Asperger) والذي لاحظ في عام 1944 أعراضه المتمثلة بفقدان الخصوصية الاجتماعية والاضطراب الجسدي والهوس المرضي والاهتمام العميق ببعض الأشياء الخاصة والغريبة والتمسك بها، سببه وراثي على الغالب ولا يظهر أي اختلال في التصوير الرنيني المغناطيسي الطبقي الدماغي لمرضاه. (المترجم).

العصاية والتدلية من سريره، في حين قد تسمر كامل جسمه بسبب ذلك السيل العارم من الأفكار والهواجس التي كثيرا ما كانت تتزاحم في ذهنه وتملأ رأسه. ولم يكن ليتوانى أبداً عن الشروع بالأعمال الغريبة وحتى المستهجنة بدافع حب الاستطلاع أو لاستكشاف فكرة طرأت له أو لتحقيق من خاطرة لمعت في ذهنه، حتى أنه كان قد أقدم يوماً على إدخال مخرزمذيب (وهي الابرة المخصصة لحياطة الجلود) إلى داخل مجرى عينه فقط من أجل الإحساس وإدراك ما يمكن أن يؤول إليه مثل هذا العمل!!

ولد (نيوتن) في مدينة (ولستورب - باي - كولستورث Woolsthorpe-by-Colsterworth) في إنكلترا في يوم عيد الميلاد من عام (1642) وفق التقويم القديم المعتمد عند ولادته، والمصادف لليوم الرابع من شهر كانون الثاني (يناير) من عام (1643) حسب التقويم الكريكوري (الميلادي) المعتمد اليوم. لم ير (نيوتن) أباه أبداً والذي حمل نفس اسم (اسحاق نيوتن)، وذلك لوفاته قبل ولادة ابنه بثلاثة أشهر. لقد كان الأب أمياً لا يعرف القراءة ولا الكتابة كما لم يكن يمكنه حتى توقيع اسمه. أرّخ (ريچارد ويستفول - Richard Westfall) لعام ولادة نيوتن في كتابه الموسوم (السيرة الذاتية لاسحاق نيوتن - الرجل الذي لم يعرف الاستكانة) قائلا:

((لقد كان عام (1642) عاماً استثنائياً بلا منازع، فهو العام الذي شهد وفاة (غاليليو) العالم الجليل وولادة (نيوتن) العبقرى العظيم ولا يخفى على أحد أهمية وعظمة اكتشافات (غاليليو) والتي شكلت القاعدة الرصينة لاكتشافات وأعمال (نيوتن) من بعده. لقد ولد (غاليليو) في عام (1564) وعاش لما يقارب عامه الثمانين في حين عاش (نيوتن) ليلغ الخامسة والثمانين من العمر، ولا شك أن الفترة الزمنية التي ضمتها حياة هذين العالمين لهي بالفعل ما أطلق عليها فترة الثورة العلمية ليس تشريفا لها بقدر ما تشرفت هي وتحققت فيها الإنجازات الباهرة التي جسدها عملهما معا خلالها.

لقد عانى (نيوتن) ما عاناه عند وبعد ولادته، فقد جاء للحياة ضعيفا هزىلا ودون الوزن المحاد حتى أيقن القرويون الذين شهدوا ولادته بسرعة وفاته على أي حال، ولكنه عاش لسنوات عانى خلالها من رقبة ضعيفة وعضلات خائرة استرجبت إلياسه

مساند حديدية تعين رأسه على الاستقرار والثبات)).

التفتت والدته إلى حياتها الخاصة بعد ولادته مباشرة وتزوجت من جديد، فلم يبق لليتم مكاناً في عش الزوجية الجديد، ووجد نفسه ولما يبلغ سنتين من عمره في حضانة جدته لأمه التي أرسل إليها بدلاً من إرساله إلى ميثم القرية، ولو لم يكن هناك فرق كبير يُذكر بين الملجأين. كره (نيوتن) والدته وزوجها كرها شديداً وكثيراً ما كان يهددهما في مراهقته بأنه لا بد أن يحرقهما أحياء في منزلهما يوماً ما.

وكحال أي يتيم محروم من عطف الأب وحنان الأم عاش بعيداً عن، ومحروماً من منزل خاص به يشعره بالانتماء والأمان فنشأ (نيوتن) خجولاً هادئاً قليل الكلام. كتب (ميشيل كولين - Michael Guillen) في مؤلفه الممتع (خمس معادلات غيرت وجه العالم) قائلاً: (لم يكن نيوتن في طفولته تواقاً لشيء قدر شغفه بالاختلاط بالصغيرات من عمره، والحقيقة هي أنهن كن السباقات للالتفاف حوله والاهتمام به والإعجاب والفرح بما كان يصنع لهن بيديه من اللعب الصغيرة وقطع الأثاث الدقيقة والذي كان يبتكرها وينفذها بمهارة فائقة مستعملاً أطقمه النجارية المصغرة الحاوية على المناشير والمطارق والكلاليب والمسامير والغراء!).

لم يكن إنجازاه الدراسي في بواكير عهده بالمدراس مرضياً أبداً ولا كان تحصيله جيداً، فلم يحصل إلا على ألقاب مثل (العبي) و (الأبله) حينما التحق بمدرسة كرانثام (Grantham's) المجانية لقواعد اللغة حيث لم يستطع أن ينال إعجاب واحترام مدرسيه. وفي تلك الحقبة نال نيوتن - وعن جدارة - المرتبة ما قبل الأخيرة باعتبار كافة طلاب مدرسته. أثر ذلك عليه، فقرر عكس اتجاهه وتغيير مساره فنجح بتبوء المرتبة الأولى في ترتيب صفه. وواظب على امتيازه وتفوقه حتى نعته أحد أساتذته - وقد بلغ الثامنة عشرة من عمره - بالعبقري الذي وثب ليتسنى ذرا التفوق وها قد بدأت ملكته بالسطوع وإمكانياته بالتجلي بقوة متجددة عارمة.

تقدم نيوتن للدخول لكلية (ترنتي) في كامبرج في عام (1661) ولكن دخوله إليها كان محفوفاً بالمصاعب ليس من الناحية الاجتماعية فحسب وإنما لإصابته بطعنة نفسية دفيئة حين رفضت والدته - وقد كانت على درجة عالية من الرخاء والغنى والثراء في ذلك الوقت - تسديد



أقساط دراسته الجامعية، الأمر الذي دفعه دفعا للاشتغال لكسب قوته وتسديد أجوره فامتحن عمل تفريغ العنابر من محتوياتها تارةً، وحلاقة شعر زملائه الطلاب الأغنياء تارةً أخرى. كان أول اهتمام لنيوتن - حاله حال معظم مكتشفي القوانين هو القانون (أي دراسة الحقوق) ولكن اهتمامه سرعان ما تحول إلى العلوم التي أزعجت كل شيء عن طريقها وصارت همه الأكبر، ورغم ما اتسم به من خجل في كافة تعاملاته مع المقربين والأصدقاء وبقيّة الناس، إلا أنه كان لا يتوانى عن القيام بكثير من الأعمال الغريبة وحتى بعض التجارب الخطرة على نفسه - كما فعل في إحدى المرات حينما حشر بعض المسابر ما بين عينه ومجهرها! ودفعها إلى أبعد ما يمكنه إلى الجهة الخلفية من عينه - وذلك حتى يتمكن من فهم ميكانيكية عمل الجهاز البصري البشري.

يعود تاريخ حب (نيوتن) للرياضيات واختصار أفكارها في عقله وغو بذورها في ذهنه إلى العام (1663) حينما ابتاع كتابا عن التنجيم والذي احتوى على بعض المعادلات الرياضية البسيطة التي أوصلته إلى إدراك جهله بهذه المادة، فما كان عليه إلا أن عقد العزم وابتدأ بدراسة الرياضيات. بمنتهى الجدية من خلال العديد من مختلف مستويات كتب الجبر والهندسة إلى أن تمكن من الحصول على درجة البكالوريوس من جامعة كمبردج الشهيرة في عام (1665). ولكن عبقريته في الرياضيات لم تكن قد تبلورت بعد عند هذه المرحلة، ولعل القدر كان بحاجة إلى أن يصدمه بعارض عجيب، فكان على تلك الموهبة (التي استطاعت ربط كل كتل الكون مع بعضها بقانون واحد) أن تنتظر مجيء داء الجدري حتى يشع بريقها وتفلت من عقالها ولكأن الجدري كان بشير تقديم (نيوتن)، ومؤذُن إدخاله إلى التاريخ ليخلّده.

ضرب الموت الأسود، كما كان يدعى آنذ بكل رهبة وخوف مدينة لندن في عام (1665) وقد جاءت به البراغيث التي حملتها الجرذان. تجاهلت سلطات المدينة نبأ وفاة هنا ووفاة هناك، ولكن مجيء الصيف في ذلك العام كان نذير الشؤم الذي جزع لحلوله كل من مشى على قدمين حيث اكتسح الموت المدينة بما لم يسبق له في التاريخ مثيلا. فبدأ الناس بهجر حاضرتهم المنكوبة وكان أول من بدأ موجات النزوح منها هم الأغنياء الذين هرعوا إلى مقاطعاتهم في الأرياف ولكن سرعان ما حذا حذوهم التجار وكل من استطاع إلى ذلك سبيلا.

لم يكبد ينحسر الشتاء القارس عن مدينة لندن بحلول شهر حزيران (يونيو) من ذلك العام حتى هج الناس هربا وخوفا من أشباح الموت التي قضت على المئات وصار منظر الموت مألوفاً ولم يعد أحد يهتم حتى بدفن جثة أرمت هنا، أو ردم قبر نصف محفور هناك. ولكن المرعب المجهول لم يأت بعد... فما أن حل الدفء في شهر تموز (يوليو) حتى طافت شوارع المدينة وأزقتها بموجات من آلاف الجثث التي أغرقت الشوارع والأزقة والحارات ولم تكد ترى سوى أشباح الموت في كل بيت وزاوية. شك الناس بأن انتشار المرض كان بسبب كثرة عدد القطط والكلاب التي تزايدت نتيجة ازدياد جثث البشر والجرذان ومساعدتها في نقل المرض فأمر عمدة المدينة ببدء حملة إبادة لها، واستمرت الحملة حتى قدر عدد القطط والكلاب المقتولة أكثر من 40000 كلب و 200000 قطّة. سيطر الهلع هذه المرة أكثر على الناس ولكان أرواح تلك الحيوانات عادت للانتقام من قاتليها أو ممن تبقى منهم على وجه الأصح، فقد سببت تلك الحملة الشعواء استثناء أعداد الجرذان وتكاثرها جنوبيا بالنظر لاختلاف التوازن الطبيعي بينها وبين الحيوانات (المقتولة) التي كانت تتغذى عليها فاستعر إوار الوباء وأجهز على من تبقى في المدينة الملعونة أو كاد. قُدِّر عدد الضحايا التي فتك بها الموت الأسود في لندن خلال ذلك العام وما والاها بحوالي 100000 ضحية.

انطبق المثل القائل (مصائب قوم عند قوم فوائد) ولكن على حساب موت أناس واشتهار فرد. فقد أجمع المؤرخون أنه لولا حادث الطاعون العظيم الذي أصاب لندن وهلع الناس وإغلاق (جامعة كمبردج) أبوابها خلال صيف ذلك العام (1665) لما تمكن (نيوتن) من اكتشاف قوانينه، ففي خلال تلك الفترة آوى (نيوتن) إلى بيته في مدينة (ولسثورب - Woolsthorpe) وانعزل فيه وانغمر في تأملاته وطبخ بنات أفكاره ملياً، وأعاد تقييم كل ما تعلمه في (كمبردج) ثم ما لبث أن عاد إليها في آذار (مارس) من العام التالي بعد افتتاحها عند انحسار مد الطاعون بسبب برودة الشتاء، الأمر الذي لم يدم طويلاً فسرعان ما أعاد دفع الربيع الحياة إلى أوصاله فاشترأب بعنقه وبدأت موجات جديدة منه تغیر على المدينة خلال شهور الصيف الموالية الأمر الذي حتم إغلاق (كمبردج) وبقية المدارس خلال شهر حزيران (يونيو) من عام (1666) وحتى نيسان (أبريل) من العام الموالي (1667) أيضاً. صنع



(نيوتن) في فترة هذا الصيف ما صنعه في صيفه الماضي فقد انزوى في بيته طيلة أشهر الصيف والخريف والشتاء حتى فترة الربيع حين عاد مرة أخرى إلى (كلية ترينيتي).

يشير معظم مؤرخي حياة (نيوتن) وكتاب سيرته الذاتية إلى العام (1666) بأنه العام الشهير باسم (The Year of Miracles – Annus mirabilis) أو بعام العجائب والمعجزات، ولا غرابة في ذلك فقد شهد ذلك العام – وبالأستناد إلى كتابات نيوتن الشخصية – اكتشافه لمكونات الضوء الأبيض، وهي ألوان الطيف. كما اكتشف قانون تربيعة العكسي الخاص بقانونه العام في الجاذبية. وقد توصل في عامه هذا أيضاً إلى وضع الأسس الثابتة لحسابي التفاضل والتكامل وابتكار حساب الهندسة التحليلية قبل أن يتم اكتشافها من جديد وبصورة مستقلة من قبل الرياضي الألماني العريق [كوتفريد فلهلم ليبنتز (1646–1716) Gottfried Wilhelm Leibniz]، ولكن للتأني أهميته في جلي الصورة عن حقيقة التواريخ التي ادّعاها نيوتن لاكتشافاته، ففي التحليل الدقيق الذي أجراه العديد من المؤرخين وكتاب سيرته تبين أن العام (1666) قد لا يكون حقيقة هو عام المعجزات بالنسبة (نيوتن) ولعله كان مبكراً جداً (لنسبة) بعض أهم أفكاره ومنجزاته إليه، وخصوصاً في ضوء الحقيقة المؤكدة حول طبيعة (نيوتن) ورغبته الدائمة وعمله على تسجيل اكتشافاته بتواريخ تسبق إنجازها الحقيقي بسنين... وكلما وجد إلى ذلك سبيلاً. وعليه فإن التاريخ الحقيقي المتوقع لنضوج بعض أفكاره الرائدة في علوم الحركة والتي سبق ذكرها لم يتحقق كاملاً قبل عامي (1685–1687) وكان ذلك في الفترة التي بدأ هو فعلاً بتأليف كتابه العظيم والمشهور (بالمبادئ – Principia).

ولكن ما ذكرناه آنفاً لا يُزعزع من حقيقة اعتكافه خلال فترة انتشار الطاعون وتسخيره لجل وقته لدراسة علوم الرياضيات وروائع الفيزياء، الأمر الذي كان له فضل بداية عملية تخمر وتبلور العديد من أفكاره التي رأت النور لاحقاً. ومن الجدير بالذكر بأن عبقرية هذا المبدع كانت قد نضجت ولما يبلغ من عمره الخامسة والعشرين، واستطاع خلال سنتين اكتساح مجالات الرياضيات والبصريات وعلوم الفلك بالعديد من الأفكار والاكتشافات والتطبيقات التي لا يزال، وسيبقى صداها مدوياً في أرجاء الكون ما دام هناك بقية من الجنس البشري المتحضر يرُقُّل بهامش من منطق وبقية من حكمة. تم اكتشاف مسودة مخطوطة مهمة بعد وفاة نيوتن كان قد كتبها بنفسه وقد كانت معنونة إلى كاتب سيرته الذاتية الصحفي

[بيير دي ميزو Pierre Des Maizeau]، وقد جاء فيها شرحه المفصل والتابع التاريخي الذي ارتآه هو لمجموع إنجازاته التي كان قد حققها في غضون سنوات الطاعون. وكان قد افترضها بوصف أعماله وإنجازاته خلال سنة (1665) والتي ادعى فيها ابتكاره لحساب التفاضل والتكامل واكتشافه لطرق تقريب المتواليات الرياضية. تلا ذلك سرده لاكتشافاته في العام الموالي (1666) وفيه توصل إلى نظرية الألوآن، واستفاض في شرح اكتشافه لقانونه في الجذب العام حيث كتب يقول:

((هرعت في عام (1666) بالفكر الجدي في دراسة امتداد جاذبية كوكب الأرض وانتشارها في الفضاء وتأثيرها على مدار القمر حولها، ولما كنت قد اهتمت إلى حساب كمية القوة التقديرية التي تمكن الأجسام من الدوران ضمن محاسن كرة أعظم منها تضمها وذلك بالاعتماد على حسابات كبلر (وبالأخص قانونه الثالث)، فقد استنتجت بأن على القوة التي تستطيع أن تمسك الكواكب في مداراتها لا بد وأن تتناسب عكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بين مركزيهما. وقد قمت بمقارنة القوة اللازمة لحفظ القمر في مداره مع القوة التي يمكن للأرض أن تولدها وتفرضها عليه - بمفهوم القوة الجاذبية - فوجدتهما على وفاق وتساوي لا بأس به أبدا. لقد قمت بدراسة وإنجاز كل هذه الاكتشافات خلال فترة اعتكافي عامي (1665) و (1666) وذلك بسبب الطاعون. يمكنني الآن وبكل القدر والاعتزاز اعتبار تينك الستين من أعصبي سني عمري إنتاجاً وأغزرها شعوراً بالكفاءة والرضا، لافتنا انتباهك إلى تفرغي التام خلالهما لحقلي الفلسفة والرياضيات كما لم أفرغ لهما طوال عمري)).

وبعبارة أوضح فإن تفكير (نيوتن) بالجاذبية الأرضية وإدراك تأثيرها على القمر كان قد نضج بحلول عام (1666) الأمر الذي دفعه لمقارنتها بالقوة الطاردة التي يحاول هو بها الإفلات منها. وبجمع هذه الأفكار حول القوة الطاردة المركزية وقانون كبلر الثاني لحركة الكواكب وما حاول هو إثباته حول تأثير القوة الجديدة والتي أسماها (بالجاذبية) على مدار القمر وأراد تعميمها على بقية الأجرام والكواكب... استطاع استنباط قانونه في التربيع العكسي.

لقد برع نيوتن - وكما أسلفنا - في حقول الرياضيات، وإليه يرجع الفضل اليوم في اكتشاف (نظرية ذي الحدين - The Binomial Theorem) وهي نظرية مهمة جدا



والتي تعطينا نتائج رفع القوى للحدود المجموعة، كما يرجع إليه الفضل كذلك في اكتشاف ما يعرف اليوم (بمعطابقات نيوتن - Newton Identities) والتي تعطينا نتائج (جذور متعددة الحدود - Roots of a Polynomial) وكذلك اكتشاف طريقة إيجاد الجذور التقريبية للدوال. وفي عام (1666) استطاع (نيوتن) إيجاد قيمة النسبة الثابتة للدائرة (باي  $\pi$ ) - ولست عشرة مرتبة عشرية وذلك باستخدام اثنين وعشرين حداً من المتوالية التالية:

$$\pi = \frac{3\sqrt{3}}{4} + 24 \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{5 \cdot 2^5} - \frac{1}{28 \cdot 2^7} - \frac{1}{72 \cdot 2^9} - \dots \right)$$

لقد أدلى نيوتن بتعليق ساخر طريف حول هذه المعادلة التقريبية الغريبة حين كتب في عام (1666) يقول: يتملكني الخجل حقيقة كلما تذكرت أو حاولت إخباركم بالكلم الهائل من العمليات الحسابية والأرقام التي كان علي ترتيبها للقيام بحسابات كل تلك الحدود، ولكن علني هو أنني لم أجد ما أملاً به فراغي حينذاك!!.

وأخيراً جاء العام المظفر عام (1687) وهو العام الذي شهد نشر (نيوتن) لرائعته الخالدة وهو الكتاب المعنون (Philosophiae Naturalis Principia Mathematica) باللاتينية و(The Mathematical Principles of Natural Philosophy) بالإنكليزية (الأسس والمبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية) والذي اختُزل إلى تسميته بـ (كتاب المبادئ) دون الإخلال لا بدقة عنوانه ولا بأهمية محتواه.

ذكر نيوتن فيما يخص فترة تأليفه (للمبادئ) تفاصيل تصرفاته وتحرّكاته وما كان يشعر به (كونها كانت بحق أهم فترة عاشها خلال كامل سني حياته) بأنه كان قد اعتكف لفترة ثمانية عشر شهراً كاملاً عافت نفسه خلالها الطعام والنمّام وعانى حالات عصبية وتأملية قاسية وغريبة إلى الدرجة التي كان يقضي خلالها الساعات الطوال مسمرًا على مكتبه بلا حراك، مستغرقاً بعميق أفكاره وبعيد تأملاته، حاجزاً نفسه في غرفته لا يبارحها قط. ورغم الحقيقة القائلة بأن باكورة أفكار (نيوتن) وتصوراتهِ حول تصرف الأجسام حين تحرّكها وفكرته الوليدة الجديدة حول الجاذبية كانت قد بدأت بحلول عام (1666) إلا إن اكتمال اشتقاقاته الرياضية وتمام كمال نظريته العلمية لم تر النور إلا خلال وبعد انتهاء فترة الأشهر الثمانية عشرة المذكورة. ويصف

المؤلفان (ابرز - Abers) و (كنل - Kennel) في كتابهما القيم (حركة المواد) كيف سال يراع (نيوتن) وتفجّر علما خلال فترة وجيزة، واستطاع أن يسطّر الروائع من التعاريف والقوانين والنظريات وقانونه في الجذب العام وتفسيره لقوانين كبلر الثلاثة ونظريته للحركة في الفراغ ونظريته في حركة الموائع (والتي تعتبر الأب الشرعي لنظرية الميكانيكا الهوائية والتي تعتمد عليها الطائرات في طيرانها اليوم) ونظرية الأمواج في المياه ودراسته للأمواج البحر والمذنبات، إضافة إلى نظريته التي تُفسر سبب الزئبق البسيط في شكل الأرض عن شكلها الكروي المنتظم المتكامل المفروض وحساباته لمقدار دقة وقت وتاريخ تساوي الليل والنهار (Equinox).

لقد تمكن نيوتن (بمفرده وغير مسلح إلا ببصره وثباته وإصراره) من رفع راية (العلوم الكمية الحسابية) رافضاً استمرار خضوعها للتفسير النوعية التي دافع عنها وأصر عليها (ارسطو) وكل من جاء بعده، ورافضاً أيضاً مبدأ قبول الدقة الحسابية وتطبيقاتها في الأحوال الخاصة والمواضع المثالية كما نادى بذلك (غاليليو)، كما أكد (نيوتن) وأصر كذلك على إمكانية استخدام الأسلوب الرياضي التجريبي والتقريبي للاستدلال على عظمة الخالق (عز وجل) وبديع صنعه (سبحانه) في كونه وبدرجة عظيمة من الدقة وإن كانت لا توصف بالكمال.

ناقش الكتاب الأول من (المبادئ) حركة الأجسام في الفراغ، وحركتها عند وقوعها تحت تأثير كمّ مختلف من القوى. وفي كتابه الثاني تطرق إلى حركة الموائع وحركة مختلف الأجسام في أوساط مقاومة لها، فقد ناقش وعلى سبيل المثال، كيف يقاوم الهواء السقوط الحر لأي جسم خلاله ويُبطنه كفعلة في إبطاء سقوط حر لكرة إذا ما ألقيت من علٍ وهي تنهال إلى الأرض، واكتشف أن قوة المقاومة تلك ستزداد كلما ازدادت سرعة هبوط ذلك الجسم بزيادة الارتفاع الذي هو منهُ، وفي نقطة معينة على ذلك المسار فإن مقدار مقاومة الهواء ستبلغ من الكبير بحيث أنها ستستطيع معادلة قوة الجاذبية التي تُسلطها الأرض عليه وستساوي القوتان؛ عندها سيتوقف تعجيل هبوط الجسم ويتوقف هبوطه أي أنه سيطفو في الهواء. ومن التطبيقات البسيطة جداً لهذه الظاهرة والتي تغيب عادة عن فكر وملاحظة الجميع ونعتبر أنفسنا محظوظين جداً لوجودها، هو منعها لقطيرات المطر الساقطة إلى الأرض ومن على ارتفاعات شاهقة (بضعة كيلومترات) من قرع



وأيذاء جماجمنا بسرعتها الجنونية البالغة بضعة مئات من الكيلومترات في الساعة بفعل التعجيل الأرضي - رغم صغر كتلتها. (ولا داعي للإفاضة في شرح نتائج ذلك لولاها!).

ناقش الكتاب الثالث من (المبادئ) قوى الجاذبية وشرح فيها كيفية تسليط قوة الجذب المتبادلة من قبل كتلتي جسمين أحدهما على الآخر بغض النظر عن حجميهما. وفي كتابه الثالث هذا امتنع (نيوتن) امتناعاً كاملاً عن الدخول في أي تفسيرات لكنه هذه القوة الجديدة (الجاذبية) التي جاء بها ولا كيفية انتقالها بين الأجسام. وقد وضح كل من (آبرز وكنل) الأسلوب الذي اتبعه نيوتن كما يلي:

((لقد تمتع نيوتن بملكة حدس غريبة عجيبة، فقد كان (يُخَمِّن) طريقة عمل قانونه الفيزيائي الذي هو بصدد اكتشافه، وبعد ذلك يختبر حدسه بشأنه تجريبياً ومن ثم يعتمد إلى تعميم تفسيره ليشمل كل ما له علاقة بتطبيقاته. توقف حدس نيوتن، وعجزت تفسيراته عن طرق باب الحقيقة أو تسليط أي ضوء على خفاياها. لقد صاغ نيوتن كافة قوانينه بطريقة تمكنها من تأطير المشاهدات الطبيعية وإخضاعها لنظام منطقي شديد التماسك، أي صيغها في قالب رياضي رصين عصي على التفنيد، دون التطرق لتفسير كنهها)).

ختم نيوتن (المبادئ) بجزيل حمد وتبجيل لذات الإله (تبارك وتعالى وتجلّى في علاه) لأنه اعتبرها شهادة صادقة ودليلاً لا يرقى إليه الشك لعظمة الله (سبحانه) ولروعة وتناسق العلوم، فبقدر ما ساهمت به (المبادئ) في إثبات وتوضيح العلوم فإنها قد قامت بإسناد والدفاع عن الدين. وضع (نيوتن) - في رسائله الأخيرة - للوزير (بنتلي - Bently) تصوره وتفسيره لما قاده إلى الإيمان بوجود خالق بارع بمستوى ذكاء خارق لا قبل لنا به.. فلقد عَجَبَ (نيوتن) كل الإعجاب واندعش لحقيقة دوران كافة الأجسام الكبيرة والكواكب في مداراتها حول الشمس ضمن (ذات المستوى الإهليجي بلا استثناء). وذلك هو المستوى الذي يضم أرضنا أيضاً ويُشكل مدارها حول الشمس ولا يشذ مدار كوكب عن آخر ولا مستوى عن أخيه إلا بدرجات قوسية قليلة. واستنتج من تلك الحقيقة استحالة تمكن العوامل الطبيعية فقط من إدراك مثل هذا النسق البديع فضلاً على إسباغه على نظام شمسي عظيم كامل برمته. واستند على تلك الحقيقة وعلى ذلك المعمار للتوصل إلى وجود الخلاق المبدع الرشيد (سبحانه وتعالى).

يؤمن علماءنا اليوم بأن السبب المادي المباشر لتفسير وجود الشمس وكواكبها على تلك الشاكلة يعود إلى أصل تكون الكتلة الكوكبية عند انفصالها عن الشمس وتشكلها على هيئة القرص المادي الهائل وما تبعه من تماسك أجزاء كل كوكب في مداره ضمن هيكل ذلك القرص الأصلي العظيم، ولا يُفسد هذا التصرف - الأعمق تفسيراً، والأقرب واقعاً ومنطقياً، لفكرة الخلاق العظيم (تبارك وتعالى) لمجاميع القوى التي شكلت عالمنا كما شكلت بقية الكواكب والمجرات - للإيمان قضية.

اعتقد نيوتن كذلك بأن الله (جل وعلا) هو المسؤول عن إعطاء الكواكب (في دورانها) مقدار إزاحتها الابتدائية أول مرة، وإلا لكانت آيلة للسقوط على سطح الشمس بفعل قوة جذبها الهائلة عليهم جميعاً، وإلا فمن كان باستطاعته إعطاءها الدفعة الابتدائية الصحيحة والمحسوبة لتستمر بدورانها الذي لم يحد عن مركز واحد موحد داخل الشمس منذ أوجدت؟؟.

داوم (نيوتن) على النظر إلى السماء وعلى التفكير ببديع صنع موجدتها وأدرك نظامها ودقتها واستنتج أن هناك من الدقة والرتابة ما لا يحتمل أي عقل عزوه إلى الطبيعة ذاتها أو إغفال الدلائل والقرائن والبراهين التي تشير إلى يد الله (عز وجل) في إبداعها. لقد جاء في كتابه حول (البصريات) والذي كان قد نشر في عام (1706) ما يلي:

((... أني للشمس وكواكبها أن تستقر في مواضعها بدون وجود مادة كيفية ما بينها؟...))

ما الذي يحول بين النجوم وبين سقوطها الواحدة على الأخرى واصطدام الجميع بالجميع؟... ألا يتوضح لك ومن المُدرك الملموس أن هناك كائناً عظيماً ألبدياً حياً وعلى

درجة من العقلانية والتدبير وهو الواجد السرمد، الذي يستشعر عبر طيات الفضاء وأقطار السماوات بوجود كل موجود بفضيل وبدقة وهو القادر على استيعابها كلها؟)).

ومن الأفكار التوحيدية التي لازمت (نيوتن) في إحدى مراحل حياته هو إيمانه بأن الكون الذي نعيش فيه وكل ما فيه هو عبارة عن (إرادة إلهية)، أي بمعنى أن كامل موجوداته - بكامل كياناتها وحركاتها وتحولاتها - ما هي إلا أفكار الإله (سبحانه) وصنيع إرادته، أي أن الوجود حرفياً ما هو إلا نتيجة لفعل الإرادة الإلهية. ولما كان الإله (تبارك وتعالى) عظيماً قادراً جباراً فكذلك كن أفكاره، وهكذا انعكسَ على وجود السرعة الهائلة التي يتجسّدن فيها والنسق الخاطف لتطور أكوانه.



شارك (نيوتن) - وبقوة كذلك - في تطوير واستنباط العديد من الأفكار والموضوعات الخاصة بحقول ميكانيكا الموائع؛ فمن إسهاماته المهمة في ذلك استنباطه لحساب التفاضل والتكامل وقوانينه الأساسية في الفيزياء. اقترن اسمه كذلك بإحدى (العلاقات الخطية - Linear Relation) والتي فسرت تصرف القوى المسلطة على بعض أنواع السوائل، فعلى سبيل المثال هناك (سائل نيوتن) والذي يسيل كالماء، ويمتاز هذا السائل بامتلاكه لشدات قتل (Shear Stresses) تتناسب خطياً مع مقادير الإزاحة العمودية على مستوى القتل. وبالمفهوم الرياضي للعبارة السابقة فإن:

$$\tau = \mu (dv/dx)$$

حيث تمثل  $\tau$  - مقدار القتل المسلطة من قبل السائل.

و  $\mu$  - مقدار لزوجته وتعتبر هنا كثابت للتناسب.

و  $(dv/dx)$  - الدالة الموضحة لمنسوب الإزاحة.

وقد يُطلق على القانون السابق اسم (قانون نيوتن في اللزوجة - Newton's Law of Viscosity) والذي كان قد نشره عام (1687). وتعتمد درجة لزوجة (سائل نيوتن) على عاملي حرارته وضغطه ولا تعتمد مطلقاً على مقادير القوى المسلطة عليه. ومن ناحية توضيحية أخرى فخير مثال بإمكاننا إدراجه لتمثيل (السائل غير النيوتني) هي اللعبة الشهيرة باسم (سلي بتي - Silly Putty)<sup>(1)</sup> والتي تمتاز بارتدادها عن الأرض ومرونتها، كما تمتاز بقابلية انكسارها إذا ما سُطِطت قوة كافية عليها وبسرعة كبيرة، وبإمكانها السيلان كالسائل أيضاً وتظهر عليها علامات الذوبان والتحول إلى بركة بعد مرور وقت طويل.

والرمال المتحركة مثال آخر من أمثلة المواد التي لا تعتبر (سائلاً نيوتنياً)، فلو حدث لك وأن وجدت نفسك في بؤرة إحداها فتذكر صفات (سائل نيوتن) وتصرف عكس ذلك، فعليك التصرف بهدوء

(1) Silly Putty - وقد تسمى Thinking Putty أو Bouncing Putty أو Putty Putty وهناك أنواع علاجية أخرى منها مثل Power Putty و Thera Putty. وهي مادة اكتشفت عرضاً أثناء أبحاث الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية لتطوير أنواع جديدة من المطاط، كيميائياً تألف (سلي بتي) من بوليمرات السلكون ولها صفات خاصة واستعمالات متعددة في العلاج الفيزيائي والتأهيل وقد تستعمل كلعبة للأطفال أو كطريقة لإزالة الإجهاد أو مادة لاصقة لالتقاط الأتربة وبقايا فراء الحيوانات المنزلية، وقد استعملها رواد المركبة الفضائية أبولو للصق معداتهم في حالات انعدام الجاذبية. (المترجم - عن الوكيبيديا).

والتحرك ببطء شديد، حينها ستتصرف الرمال كسائل وسيكون لديك متسعاً من الوقت للتفكير والفرار إن شاء لك المولى ذلك، ولكنك إذا ارتبكت وشرعت بالتحرك السريع العنيف كمن يحاول تخليص نفسه من شبك فإن ما فعلته سيجعل الرمال تتصرف أكثر شبهاً بالمادة الصلبة وستتضاءل فرصك بالنجاة منها، وستبتلعك (إذا كان قد قَدَّرَ لملك الموت أن يتخطى غيرك إليك).

والآن دعنا نعود بالزمن إلى المرحلة التي تلت رعب الطاعون الرهيب مباشرة ونلقي نظرة أقرب على السنوات التي قضاها نيوتن في (كمبردج) بعد عودته إليها، حيث امتازت تلك الحقبة بكونها الفترة التي شهدت تفتح وازدهار قابلياته الرياضية وبكونها فترة بداية انتشار شهرته لتعم الآفاق، فلقد بدأها بتسمنه - وهو بعمر السادسة والعشرين لكرسي الأستاذ (لو كازين - Lucasian) الشهير للرياضيات في عام (1669). (والجدير بالذكر أن الشاغل الحالي لذاك المنصب هو عبقرى فيزياء القرن الواحد والعشرين (ستفن هاوكنج - Stephen Hawking) والذي عُيِّنَ فيه منذ عام 1980<sup>(1)</sup>. استمر ولع (نيوتن) بالبصريات والضوء بالنمو حتى اقتنع بأن الضوء الأبيض لا يمكن أن يكون صافياً بطبيعة واحدة كما وصفه (ارسطو)، وإنما لابد أن يكون خليطاً من العديد من الإشعاعات والتي تقابل الألوان العديدة المعروفة.

عارض الفيزيائي الإنكليزي الشهير (روبرت هوك (Robert Hooke (1635-1702) [انظر تفاصيل إنجازاته وحياته تحت مدخل (قانون المطاوعة لهوك)] آراء نيوتن وسخر منها سخيرية لاذعة وأمام الملأ، الأمر الذي ملأ صدر (نيوتن) غيظاً وغضباً وحنقاً على (هوك) وكرهه كل الكره وقرر بناء على ذلك سحب كتابه المرموق والموسوم (بالبصريات) من الطبع والإحجام عن التطرق لما جاء فيه من آراء ونظريات في المجالس والمنتديات العلمية وصبر إلى ما بعد وفاة غريمه في عام (1702) كي يطلقه للنشر ويكون له الكلمة الفصل في مواضيع وعلوم الضوء، ولكي يُجنب نفسه أي احتكاك أو نقاش معه.

(1) يعتبر الفيزيائي النظري [ميشيل كرين - Michael Green] الوريث الشرعي لمنصب نسيم هذا (الكرسي) - ومنذ شهر تشرين أول (أكتوبر) من العام المنصرم (2009) خلفاً (لستيفن هوككنج - Stephen Hawking) الذي تقاعد عنه في شهر أيلول (سبتمبر) من ذات العام. (المترجم).



وأخيراً شاءت الأقدار أن يرى كتاب (البصريات) لنيوتن النور حين طُبع في عام (1704). وفيه أسهب بشرح تجاربه وتحاليله بخصوص ألوان الضوء وخصائص استقطارته. لا بد من الاستدراك هنا، والإقرار بأن الكتاب الثالث من (المبادئ) لم يكن ليرى النور أبداً. لقد ادّعى (هوك) بقوة وبكامل ثقله العلمي والاجتماعي - ولعله كان في ادعائه بعض الحق - بأن له السبق الطبيعي - بل الحق الكامل لإدراج اسمه أو على الأقل إبداء بعض الذكر والثناء عليه فيه، لأنه وببساطه كان من بدأ سلسلة المراسلات التي استمرت طوال عامي 1679 و 1680 والتي أضاعت الدرب أمام اكتشافات (نيوتن) حول الجاذبية.

أثارت ملاحظات ومطالبات (هوك) حقن (نيوتن) وغضبه إلى الدرجة التي هدد فيها بإلغاء، بل وبطمس هذا الكتاب الثالث إلى الأبد!!

ولكنه تمكن أخيراً من طباعته، ولكن فقط بعد أن فش غليله كاملاً بالحذف المنهجي والمبرمج لأي ذكر أو لأي عمل أو مشاركة (لهوك) فلم يتضمن ولا حتى أي ذكر لاسمه فيه. لقد أصّر (هوك) على ملكية جذور فكرة التربيع العكسي ومبدأ استخدامها في الجاذبية، ولكنه بنى فكرته تلك على الحدس دون أن يكون لديه القدرة الكافية على استنباط القواعد الرياضية الرصينة التي يؤسس بها لها كما فعل (نيوتن).

انتُخب (نيوتن) في عام (1672) زميلاً للجمعية الملكية، ولكنه كان انطوائياً لم يمتزج اجتماعياً مع زملائه وكان كثير الكبر شارداً الذهن في أغلب الأحيان. حاضر (نيوتن) في (كمبردج) خلال السنوات التي قضاها في تأليف (المبادئ) ولكن مهاراته كمحاضر لم تكن أبداً في المستوى المطلوب، وعليه استمر عدد الطلبة الذين يستمعون إليه بالتناقص التدريجي، حتى لكأنه أضحى يحاضر للجدران. كتب (وليم بكسبي - William Bixby) في مؤلفه (عالم غاليليو ونيوتن) واصفاً حالته بقوله:

((لقد اعتبره بعض الطلاب التجسيد الشخصي الفريد والعلامة الفارقة المميّزة للأستاذ

الثاني - شارداً الذهن - فلم يكن (نيوتن) ليعبر أدنى اهتماماً لملبسه ولا لهندامه، وغالبا

ما وقف أمام تلامذته، وهو عنوان لعدم الترتيب وفقدان التماسق والشوش، أما هو

فلم يكن ليهتم بما حوله أبداً، إلى الدرجة التي إذا لم يحضر درسه أحد فإنه كان على أتم الاستعداد لإلقاء كامل محاضراته والخروج من قاعة الدرس بأتم الرضا والاستحسان الذاتي كما لو كانت قاعته غاصة بالحضور، وهذا هو ما كان يحدث غالباً)).

لقد عانى (نيوتن) من العديد من نوبات الانهيار العصبي إلى الحد الذي تقاعد معه إثر إحداها في عام (1693) وتوقف نهائياً عن إجراء بحوثه العلمية. عزا الكثير من معاصريه، وحتى بعض المحدثين الذين اهتموا بدراسة سيرته وتاريخه ما أصابه لما كان يعاقره من مواد كيميائية غريبة وسموم معدنية عجيبة أملت عليها تجاربه وشغفه بعلوم السحر والخيماء وما عُرف بعلوم (Chrysopoeia) وهو المصطلح اللاتيني لما يسمى بالعربية علوم البحث عن حجر الفيلسوف القادر باللمس على تحويل كل المعادن والعناصر الخسيسة إلى ذهب. أما الأطباء المحافظون فقد عزوا أعراضه تلك لتشخيصه سريريا بالإصابة بداء الاكتئاب الشديد وأعراض الشخصية المنفصمة.

غادر (نيوتن) جامعة كمبرج في عام (1696) وسافر لاستلام أحد المناصب الحكومية في لندن حيث عين كأمين لدار المسكوكات الملكية (Mint). ومن المدهش حقاً متابعتة وهو يقضي جُل أوقاته في تلك الدار بدل استثمارها بالبحوث والاكتشافات كأبي عالم مرموق. وبإمكاننا اليوم تخيل مقدار ما كان باستطاعة هذا العبقرى الغريب الأطوار، فريد الشخصية إضافته لخزين المعرفة الإنسانية لو كان باستطاعته الفكاك من حالات الكتابة التي كانت تملكه، والتي لولاها لكان أحسن حالا وأصفى ذهنًا وأكثر رغبة في استثمار أوقاته في البحث العلمي. توصل في مركز الصيرفة وضرب المسكوكات إلى طريقة مبتكرة لمحاربة عمليات وجرائم التزوير والغش في تداولها، فلقد دأب المحتالون على (تقريم) حواف العملات المعدنية وجمع تلك القصاصات وصهرها لصناعة عملات إضافية. فقام بإسداء النصيحة لدار المسكوكات بضرب بعض النقوش (والقرنصة) على محيطها الخارجي ليتعرف التجار على المسكوكات السليمة ويفرّقونها بسهولة عن تلك التي سبق تقريم محيطها. وإذا تفحصت اليوم كل العملات المعدنية وكافة المسكوكات الثمينة حول العالم لوجدتها قد ضربت بالنقوش والعلامات على



محيطها تماماً كما وسبق أن أوصى (نيوتن) به آنفاً.

لم يسلم (نيوتن) من بعض الأساطير التي حيكت حوله كتلك التي صورته وهو متنكر يتنقل ما بين المواخير وبيوت الدعارة وحيثما يمكنه الاستماع بهدوء لحديث العامة لأجل الإيقاع بالمزورين. ومما يذكر أن مشاهيرهم كانوا كثيراً ما يستجدون (نيوتن) كي يهبهم حياتهم قبل شنقهم أو إغراقهم أو إعدامهم بالمقصلة.

أين نحن بل أين الجليل من العلماء اليوم من منزلة (نيوتن) وكثرة وضخامة بل ومن عظمة مساهماته في حقول الرياضيات وعبريته في هذا المجال منذ أن كان يافعاً وحتى تقدمه في العمر؟؟ ذكر (آي. بي. كوهين - I. B. Cohen) في مشاركته في (معجم سير العلماء الذاتية) بشأن نيوتن وإنجازاته ما يلي:

((لم نجد أي دليل ملموس لأي اشتغال لنيوتن أو اطلاعه على الرياضيات العالية حتى بلوغه الثالثة والعشرين من عمره، حين بدأت عبقريته بالتفتق - وعليه لا ينبغي لأي خلاصة أمينة لتعداد مساهماته في ميادين الرياضيات أن تأخذ بنظر الاعتبار أعماله الأصلية في مجالات حساب التفاضل والتكامل والمجالات التحليلية الأخرى - بما في ذلك المتواليات المحدودة ومساهماته البينة في وضع نظرية ذي الحدين وكافة تفرعاتها - وحسب، وإنما عليها عدم الإغفال عن عظيم نشاطاته في ميادين الجبر ونظرية الأرقام والهندسة الإقليدية (التقليدية) والهندسة التحليلية ونظريات الاختلافات المحدودة (finite differences)<sup>(1)</sup> والمنحنيات وتصنيفاتها وطرق الحساب والتقريب وحتى نظرية الاحتمالات وتفرعاتها)).

لقد حافظ على ملكته الرياضية حادة نافذة وحتى أواخر أيامه وقد جرى تداول القصة التي كان بطلها الرياضي السويسري [يوهان برنولي (Johann Bernoulli (1667-1748)]

(1) Finite Difference - وهي تعابير رياضية من نوع  $f(x+b) - f(x+a)$ . إذا قُسمت على  $(b-a)$  نحصل على (حاصل قسمة اختلاف)، وتستخدم في حل المسائل التفاضلية وبالأخص مسائل القيم المحيطية (Boundary Value Problems) - (المترجم).

(انظر قانون برنولي لميكانيكا الموائع الجزء الثاني)، في عام (1696) والتي تضمنت مجموعة من المسائل الرياضية المعقدة معدة للامعين من أساطين الرياضيات للتعامل معها ومحاولة حلها خلال القرن القادم. وقد ابتدأ (برنولي) تحديه قائلاً:

((هنا (يوهان برنولي) وها أنا أتحدث إلى أساطين الرياضيات وأكثرهم عبقرية. أدرك - وأنا الرياضي المحتك - بأن لا شيء يرتقي إلى مستوى النشوة والسعادة التي تبهج الرجال من مسألة نزيهة، صحيحة تتحدى قابلياتهم الذهنية والرياضية والذين سينعمون بالشهرة وسيرفلون بغار البهجة وحتى آخر لحظة قبل توصلهم لحلها، فإذا ما نجح أحدكم بالوصول إلى الحل الصحيح فسأقوم أنا شخصياً بإعلانه الأهل حقاً للجائزة التي قد رصدتها له)).

استلم (نيوتن) قائمة المسائل التي توعد بها (برنولي) فطاحل الرياضيين في زمنه، وفي إحدى الأمسيات بعد أن أنهى عمله في دار ضرب المسكوكات اختار عشوائياً إحدى المسائل وحلها قبل خلوده إلى النوم، وفي اليوم التالي دفع بإجابته إلى سكرتير المجمع الملكي وطلب منه إرسالها إلى (برنولي) دون أدنى ذكر لاسمه. حالما فُض (برنولي) المظروف الحاوي على الحل، تبسم ضاحكاً بحبور فقد تعرف فوراً على صاحب الحل وحدث بأنه (نيوتن) نفسه وقال: (أتى لك أن تُخطي الأسد وقد رأيت أثر مخبئه؟!).

نشر (نيوتن) قانونه في التبريد في عام (1701) بدون توقيع في إحدى الصحف تحت عنوان (Scala Gradum Caloris) ويعني التبدد التدريجي للحرارة - والذي نص على تناسب معدل فقدان الحرارة من أي جسم مع الفرق بين درجة حرارته ودرجة حرارة محيطه. وركزت مقالة (نيوتن) التي نشرها في الدوريات التي يصدرها المجمع الملكي وهي (الإنجازات الفلسفية للمجمع الملكي (Philosophical Transactions of the Royal Society) على محاولاته لإيجاد نظام معترف به لقياس درجات الحرارة باستعمال المحارير الحاوية على زيت بذر الكتان.

في عام (1703) تم انتخاب (نيوتن) رئيساً للمجمع الملكي، وفي عام (1705) رُفِعَ إلى مرتبة (فارس). وبالنظر لخلفيته الاجتماعية والتربوية المهزوزة فقد قضى بقية سني حياته في



الشجار مع (ليبنز - Leibniz) والاستشاشة غضبا كلما التقى به أو احتدم بينهما نقاش. أما محور كل تلك الثورات الفكرية والحروب الكلامية فقد كان واحداً على الغالب وهو: من اكتشف حساب التفاضل والتكامل أولاً؟؟. أرجع البعض سرَّ غضب نيوتن (ظناً) إلى طبيعته الذاتية ونفسيته الانفعالية والتي نمت بذورها منحرفة منذ طفولته المبكرة. عزاً (جون فاوغل - John Fauvel) وزملاؤه في مقالاتهم المنشورة تحت عنوان (ليكن ما ليكن فهو نيوتن!) سبب كل ذلك إلى (انفصاله المبكر عن أمه ما بين الثالثة والعاشر من عمره وهو سن الطفولة الحرجة الأمر الذي طمس شخصيته السوية ونما فيه روح وميول الشك والعصاب والرجل المعذب عندما شب رجلاً).

يرجع فضل ابتكار حساب التفاضل والتكامل إلى كل من (نيوتن وليبنز) في آن، ولكن علينا أن لا نطمس حقوق العديد من أوائل الرياضيين الذين سبوا غور المفاهيم الرياضية العميقة من نوع المعدلات والمناسيب (Rates) والحدود (Limits) ابتداءً من قدماء الفراعنة الذين تمكنوا من ابتكار القوانين التي مكنتهم من حساب أحجام الأهرامات وتقريب مساحات الدوائر وحتى الرياضيين المحدثين الذين تلوهم.

وكما اشترك كل من (نيوتن وليبنز) في الشجار والسجال فقد اشتركا أيضاً في حيرتهما بخصوص العديد من المسائل المتعلقة بحساب تقسيم ظلال الزوايا (Tangents) ومعدل مقدار التغير (Rate of Change) وحسابات الأصغر (Minima) والأكبر (Maxima) واللامتناهيات (Infinitesimals) وهي الكميات العددية المتناهية في الصغر والضآلة والتي تقترب كثيراً من الصغر ولكن لا تساويه. لقد أدرك كلا الرجلين وفي وقت مبكر أن (التفاضل - Differentiation) - ويعني إيجاد المماسات للمنحنيات و (التكامل - Integration) - ويعني إيجاد مقادير المساحات تحت المنحنيات هما عبارة عن عمليتين متعاكستين. أُنِعت اكتشافات نيوتن - وكما سبق ذكره - خلال عامي (1665-1666) حين بدأت اهتماماته الرياضية بموضوعه (المجاميع اللامتناهية - Infinite Sums) ولكن - ولما عُرف عنه من بطء شديد وتريث يُعاب عليه في النشر، فقد تأخر ظهور أعماله بخصوص حساب التفاضل

والتكامل رسميا حتى عام (1736) حينما ظهرت الترجمة الإنكليزية لها، علما بأن أعماله المنسوخة حول ذلك الموضوع كانت قد وجدت طريقها إلى بعض الأفراد منذ عام (1671) وذلك من خلال مقالاته الموسومة (Methodis Serierum et Fluxionum).

تبجح (لينز) عند نشره لاكتشافه المعروف بحساب التفاضل في عام (1684) والتكامل في عام (1686) عندما صرح بأن (لا ينبغي لنوابغ الرجال أن يفقدوا الساعات الطويلة من وقتهم الشمين - يكتبون كالعبيد - لغرض إنجاز الحسابات... عليهم فقط بطريقتي المبتكرة الجديدة التي ستوصلهم إلى ذات النتائج بسرعة وسهولة أعظم وذلك من خلال حساب التحليل دون أدنى حاجة للإرهاق واستعمال مخيلاتهم). اشتاط (نيوتن) غضباً من ذلك التصريح وأبدى غاية امتعاضه وغضبه لما صرح به (لينز) واستمر النزاع بينهما سنين طويلة، سجلاً حول أحقية أي منهم بذلك السبق أو حول كيفية تقسيم شرف ذلك الاكتشاف الرياضي المهم بينهما، واشغلهم سجالهم ذاك عن التفكير بأي ابتكار أو إنجاز جديد فيه فتأخر تقدمه.

سأنهي هذا الفصل ببعض الملاحظات المهمة حول شخصية (نيوتن) وتحسسه المفرط لأي نوع من الانتقاد وبأسلخص إنجازاته العلمية بعجالة.

جاء في الطبعة الرابعة من كتاب (دبليو دبليو روز - W. W. Rouse) والمنشور في عام (1908) تحت عنوان - موجز لتاريخ الرياضيات - بخصوص نيوتن ما يلي:

((..... وأما بخصوص تصرفاته وهندامه فكان غالباً ما يلبس الغريب والرت منها وينسى نفسه حينما ينشغل بأي بحث أو يُركز بفكره على أي موضوع. لم يُتح (نيوتن) لنفسه أي فرصة للمرح وكان مقلاً في الحضور إلى... أو المبادرة في أي نشاط اجتماعي، وفي المرات القليلة النادرة التي دعا فيها أصحابه وقرر خلالها التضحية بوقته استجابة لطلابهم الملحة بلقائه، وحتى لو أرخى لهم العنان للاستغراق في شربهم حتى الثمالة - وكان ذلك نادراً ما يحدث - فإنك ستراه واجماً جامداً مثلهم وقد انتحى جانباً عن الجماعة وأغرق نفسه في التفكير لحل مسألة ما حتى لتخاله مخموراً مثلهم)).

عافت نفس (نيوتن) المرح ولم ير أبداً خارج تأملاته، فلقد كانت للرجل إمكانيات خارقة



للعمل ومواصلة التفكير حتى إنه كان يواصل الجلوس على مكتبه لفترات قد تطول لتبلغ الثمان والتسع عشرة ساعة متواصلة ولم يترك لنفسه من اليوم سوى سويقات قليلة للنوم فلم يكن يأبه لا بإطعام نفسه ولا بالاعتناء بمظهره ولا بترتيب ملابسه، فلم يخصص لأي من ذلك وقتاً يذكر. وباستثناء أبحاثه في (البصريّات) فإنك قلما تجد عملاً من أعماله وقد وجد طريقه للنشر بدون إلحاح وإصرار شديدين من قبل أصدقائه، ولولاهم لما رأت أكثر مؤلفاته النور، إذ كان شديد العناد غالب المماثلة كثير التسويق بشأن النشر وبدرجة عجيبة ملفتة للنظر حتى إنه قد أصر في أحيان كثيرة على عدم ذكر اسمه على مؤلفاته.

ذكر (جون مينارد كينز - John Maynard Kenes) في مؤلفه المعروف (نيوتن - الرجل) ما يلي:-

((لقد استقر السر في تصرف الرجل وطبيعة تفكيره في قابليته اللامحدودة على التركيز الذاتي وتكوين عالمه الخاص به وفترات ممتدة لساعات طويلة جداً. لقد تجسدت ملكته في إمكانياته على الاحتفاظ - وبصورة مستمرة - في ذهنه بتصور كامل عن أية مسألة يحاول حلها ويعمل ذهنه عمله فيها ولا يتخلى عنها إلا وقد فهمها تماماً وتمكن من حل كافة التواءاتها. اعتقد بل وأجزم بأن حدى هذا الرجل وذكاؤه كان من الخصوبة والشمولية بحيث لم يُحبَّ رجل في التاريخ مثله من قبل. أنا على يقين أنه كان بإمكان نيوتن (حبس) أي مسألة في ذهنه وأعماله عليها واستمرار معالجتها لساعات وأيام بل ولأسابيع داخله ولن يملكها منه فكاً إلا بعد أن تكون قد باحت له بكل أسرارها وخفاياها)).

أضاف (ابرز - Abers) و (كنل - Kennel) في مؤلفهما (المادة والحركة) بخصوص الرجل ما يلي:

((لقد حبا الله (نيوتن) الإمكانيات والقابليات الفذة وخلق في رجل واحد إمكانياتي الرياضي المبدع والفيزيائي الملهم، فقد كان من بين الفيزيائيين القلائل الذين تمتعوا بموهبة متساوية في مجالي النظرية والتجريب، إن مجرد اختراعه للمرقاب النجمي العاكس وما تضمنه من مفاسل وميكسة كان جديراً بإدخاله إلى تاريخ علوم الفلك من أوسع أبوابه، وكثيراً ما لاحظ...

وذكر معاصروه إمكانياته العجيبة وحده العلمي النادر، فقد كان باستطاعة الرجل التعرف

والتأكد من صحة العديد من الأمور والظواهر حتى وإن لم يتمكن من إثباتها)).

يُدرّك المتطلع على صفحات تاريخ حياته الأخيرة مدى العذاب والشقاء الذي عاناه (نيوتن) في أواخر أيامه ومقدار الألم الذي تجرعه جراء حصاة الكلية التي أقضت مضجعه، وأعراض احتباس البول الذي نكدت عليه أيامه. لقد أصيب بداء النقرص (Gout) وعانى من الالتهابات المزمنة في الرئة. ومما يذكر عن أواخر أيامه سفره في اليوم الثامن والعشرين من شهر شباط (فبراير) من عام (1727) إلى لندن ليترأس أحد اجتماعات المجمع الملكي ولكن صحته كانت قد انهارت تماماً وأذاقته حصاة كليته الأمرين وهو يحملها بين حناياه على مضض، حتى امتدت إليه يد المنون وطويت الصفحة الأخيرة من كتاب حياته في اليوم العشرين من شهر آذار (مارس) من عام (1727) عن عمر قارب الرابعة والثمانين عاماً وقد قضى أيامه الأخيرة يصارع المرض ويتجرع الألم من حصاة كليته حتى مات. لقد صدرت إرادة ملكية بدفن نيوتن في المقبرة الملكية بلندن وهو شرف لم ينله عالم من قبله أبداً.

خُلد اسمه بإطلاقه على إحدى فوهات القمر وهي بقطر (78 كيلومتراً) تكريماً له، الاسم الذي تمت المصادقة عليه واعتماده رسمياً في عام (1935) من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين. وإليك فيما يلي قائمة مصغرة لأهم وأشهر أعماله تعقبها ذات القائمة بلغتها الأصلية توخياً للدقة وتسهيلاً للحصول على المصادر المعنية للاستزادة من هذا الزاد سبيلاً:

- 1671 - حول أساليب الاشتقاق في حساب التفاضل والتكامل وحساب المتواليات.
- 1672 - كتاب في الجغرافيا العامة.
- 1672-1676 - رسائل في البصريات.
- 1684 - حول حركة الأجرام في مداراتها.
- 1687 - المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية.
- 1704 - كتاب في البصريات.
- 1701-1725 - تقارير مدير دائرة ضرب المسكوكات.



### • 1707 - الرياضيات الشاملة.

- 1671, *De methodis serierum et fluxionum* (On the Methods of Series and Fluxions). ("Fluxion" was Newton's term for derivative in the field of calculus.) As mentioned, this work did not officially appear in print until 1736.
- 1672, Newton's edition of *Geographia generalis* (General Geography) by the German geographer Varenius.
- 1672-1676, letters on optics.
- 1684, *De motu corporum in gyrum* (On the motion of bodies in an orbit).
- 1687, *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (published in Latin in 1687; revised in 1713 and 1726; and translated into English in 1729).
- 1704, *Opticks* (a revised edition appeared in Latin in 1706). Appendices contained discussions of cubic curves, infinite series, and the method of fluxions.
- 1701-1725, *Reports as Master of the Mint*.
- 1707, *Arithmetica universalis*.

وفيما يلي أيضا بعض الأعمال التي وجدت طريقها للنشر بعد وفاته:

### • 1728 - تاريخ الممالك القديمة.

### • 1728 - نظام الكون.

### • 1728 - محاضرات في علم البصريات.

### • 1728 - الرياضيات الشاملة - الترجمة الإنكليزية لكتابه الذي نشر باللاتينية تحت

نفس العنوان.

### • 1733 - ملاحظات حول نبوءات الرسول دانيال وأبو كاليبس<sup>(1)</sup>.

### • 1754 - دراسة تاريخية معمقة حول اثنين من نصوص التوراة الخاطئة

(1) لاحظ تفسير المصطلحين في حاشية صفحة 247 من هذا الكتاب. (المترجم)

- 1728, *The Chronology of Ancient Kingdoms Amended*
- 1728, *The System of the World*
- 1728, *Optical Lectures*
- 1728, *Universal Arithmetic* (English version of *Arithmetica universalis*)
- 1733, *Observations upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John*
- 1754, *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*

نال نيوتن من قناطر المديح، والجُم الوفير من الإعجاب والتقدير كما لم ينله أحد من قبله - ونادراً ما سيلقاه أحد من بعده. وإليك بعض ما قيل - وعن حق - في إطرئه وتبجيل سجاياه:

• تفنر هذه الجزيرة - ومن بين كل الجزر البريطانية - كونها تشرفت بإحجاب أعظم وأندر عبقرى نذر نفسه لرفع المستوى الروحي والفكري للجنس البشري.

- الفيلسوف البريطاني [ديفيد هيوم (1711-1776) (David Hume)] في كتابه (تاريخ إنكلترا).

• لعل من حقي أن أتساءل: أكان هذا العبقرى يأكل؟ أكان يشرب؟ لا أكاد أصدق أنه كان يخلد للنوم كبقية الناس!! ولا يمكنني أن أصدق أو أقبل وصفه بأقل من (عبقري) أو نعتة واعتباره إلا كائناً كونياً خارق الذكاء خلق من طينتنا نحن بني البشر!

- الرياضي الفرنسي [غولوم لوييتال (1661-1704) (Guillaume L'Hopital)].

• قد لا نتمكن أبداً من اختصار الصفات والمعايير التي تحلى بها هذا المثال القُد للعالم الخفائي المثالي والنموذج الحي للعالم بصورته الحديثة... لقد كان تجديدياً ضليعاً أفهم نفسه في العديد من المواضيع المتباينة، من فروع (جيسون)<sup>(1)</sup> الذهبية إلى التناسق الفيثاغوري مروراً بهيكل سليمان (عليه السلام). لقد سعى الناس لطلب

(1) Jason - يطل ميثالوجي أسطوري إغريقي، مثله كمثل (هرقليس)، اشتهر ببحثه عن الفروء الذهبية. سافر كثيراً ولاقى الأهوال وعانى كثيراً منها في أسفاره. (لترجم).



نصائحها في شتى المواضيع من طريقته لسك العملات وضربها وملاحقة لصوصها، إلى وصفاته لبلاسم الصداغ وأسرار دوائها... لم يكن يملك مختبرا ولا فريقا عاملا يترأسه... ولم يسافر قط خارج حدود بريطانيا الشرقية أبداً. - باتريشيا فارا (Patricia Fara) في كتابها المعنون (نيوتن - خطه صناعة عقري) وقد خلصت حقول اهتمام نيوتن والمعارف التي أتقنها مسلطة الضوء على رغبته وحرصه الدائم على البقاء قريبا من داره!!

## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

- Abers, Ernest, and Charles F. Kennel, *Matter in Motion* (Boston, Massachusetts: Allyn & Bacon, 1977).
- Arons, Arnold, *Development of Concepts of Physics* (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1965).
- Ball, W. W. Rouse, *A Short Account of the History of Mathematics*, fourth edition (New York: Dover Publications, 1960).
- Bixby, William, *The Universe of Galileo and Newton* (New York: Harper & Row, 1964).
- Bryson, Bill, *A Short History of Nearly Everything* (New York: Random House, 2003).
- Cohen, I. B., "Newton," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).
- Fara, Patricia, *Newton: The Making of Genius* (New York: Columbia University Press, 2004).
- Fauvel, John, Raymond Flood, Michael Shortland, and Robin Wilson, editors, *Let Newton Be!* (New York: Oxford University Press, 1989).
- Guillen, Michael, *Five Equations That Changed the World* (New York: Hyperion, 1995).
- Harrison, John, *The Library of Isaac Newton* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1978).
- Jennings, Byron, "On the Nature of Science," July 27, 2006; see [xxx.lanl.gov/abs/physics/0607241](http://xxx.lanl.gov/abs/physics/0607241).
- Keynes, John Maynard, "Essays in Biography: Newton, the Man," in *The Collected Writings of John Maynard Keynes*, volume 10 (New York: Macmillan/St. Martin's Press, 1972), 363-364.
- Keynes, Milo, "The Personality of Isaac Newton," *Notes and Records of the Royal Society of London*, 49(1): 1-56, January 1995.
- Pickover, Clifford, *Time: A Traveler's Guide* (New York: Oxford University Press, 1998).
- Storr, Anthony, "Isaac Newton," *British Medical Journal*, 291: 1779-1784, 1985.
- Tipler, Paul, *Physics* (New York: Worth Publishers, 1976).
- Westfall, Richard, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton* (New York: Cambridge University Press, 1983).
- Westfall, Richard, "Newton's Scientific Personality," *Journal of the History of Ideas*, 48(4): 551-570, October/December 1987.
- Williams, Dudley, and John Spangler, *Physics for Science and Engineering* (New York: Van Nostrand, 1981).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

لم يكن نيوتن السباق لفتح عهد العقل وزمن المنطق وحقب التنوير، ولكنه كان وبحق آخر السحرة العظام وآخر حملة مشاعل المعرفة وأصولها البابلية والسومرية القديمة، وكان بلا شك آخر ذهن عظيم وصاحب آخر عيون نظرت إلى العالم بمثل ما نظرت إليه عيون من ثمر وراعن سواعدهم وقدحوا أذهانهم لبناء موروثنا الحضاري والفكري والإبداعي ومنذ ما لا يقل عن عشرة آلاف سنة خلت....

– لقد بدا الكون بأكمله ليعني نيوتن وكأنه أحجية عظيمة، بل لغزا كبيرا، وأعتقد أنه بإمكانه فك طلاسمه والاطلاع على حيكته باستخدام الفكر المنطقي المجرد وبلاستناد إلى بعض الأدلة التي تركها لنا الخالق (سبحانه وتعالى) وبطريقة تشبه (لعبة صيد الكنز – والتي تدل كل إشارة أو علامة فيها على معنى خاص يهديك إلى آخر حتى تصل إلى هدفك). لقد اعتبر نيوتن العالم عبارة عن مجسم أو تصميم عقلائي هائل وضعه الموجد العظيم (تبارك وتعالى) لنا لتعرف عليه ونستكشفه.

كينز

John Maynard Keynes (Newton, the Man), The Collected Writings of John Maynard Keynes.

مقتطف من كتابه (نيوتن الرجل).

– صيغ قانون نيوتن في الجذب العام بالاستناد إلى حصيلة واسعة من الملاحظات؛ تضمنت من مجمل ما تضمنته دراسة مدارات الكواكب في ساحتها ضمن أفلاكها حول الشمس وحساب مقدار تعجيل الأجسام عند اقترابها من جرم الشمس. غالباً ما يعبر عن قوانين الفيزياء بمعادلات رياضية رشيقة يمكن استخدامها للتنبؤ بكافة الحالات والاحتمالات التي يتضمنها مجالها، وقد أثبتت الحقيقة أن في تعلم علوم الفيزياء وفي محاولة فهم الرياضيات المصاحبة لها في نفس الوقت فائدة جمة للمتعلمين، لأن هذا الأسلوب سيساعدهم حتماً على تطبيق استخدامهم للرياضيات لحل كافة النماذج والمسائل الفيزيائية كل نموذج أو مسألة فيزيائية معينة وفي ذلك تسهيل رائع للتمكن من الموضوعين.

تبلر

Paul Tipler, Physics

مقتطف من كتابه (الفيزياء).



— لا يمكن اعتبار بعض القوانين قوانيناً بالفعل وإنما هي تعاريف فقط،

خذ مثال:

$$F = dp/dt$$

(وهو قانون نيوتن الثاني في الميكانيك)، فهو ليس قانوناً أبداً، ولكنه تعريفاً رياضياً للقوة (ابتكره

نيوتن بنفسه).

تعريف القانون الفيزيائي - عن الويكيبيديا.

— لقد ابتكر كل من نيوتن وبطليموس وكوبرنيكوس نماذج علمية تمكّن من التنبؤ بحركة الكواكب بدقة لا بأس بها مطلقاً. ولكن هناك اختلافاً جوهرياً فيما قدمه نيوتن عن سلفيه؛ ففي حين يدّعي أو يضيف البعض صفة الوصف على نماذج كل من بطليموس وكوبرنيكوس، امتازت نماذج نيوتن بأنها تفسيرية وكمية، ولكنني أعتقد (بغية الدقة والعلمية) إن ما جاء به نيوتن هي مرحلة أعلى وأرقى من التجريد، فلقد وظف نيوتن أفكاراً كانت أبعد ما تكون عن كونها مجرد مشاهدات.

جيتنجز

Byron Jennings, (On the Nature of Science).

مقتطف من كتابه (حول طبيعة العلم).

— آمن كل من (ديسكارتية - Descartes) ونيوتن بأن الله (عز وجل) هو الذي خلق قوانين الطبيعة... وبلاستناد إلى هذا المنظور، فإن كافة الأجسام المادية (الكواكب والنجوم) لا بد وأن تتصرف وفق تلك القوانين، وذلك لأنها وببساطة جمادات لا تملك إرادة التحرك أو القرار بنفسها. لقد انحصرت قابلية الإرادة واتخاذ القرارات والتصرف الحر بالله (سبحانه جل وعلا) وبعض الكائنات السامية التي خلقها كالإنسان والملائكة... ولكن منعطفاً مهماً كان قد حدث في القرن الثامن عشر والذي نبعت منه الفكرة العلمانية لنظرية السلطة الإلهية على الكون والتي استبدلت فكرة الإله (سبحانه) كالمحرك الوحيد للكون والموجد الخالص لكل القوي، وابتدأت فكرة (قوى الطبيعة) كمصدر لها.

أليس

Brian Ellis, The Philosophy of Nature. A Guide to the New Essentialism .

مقتطف من كتاب (فلسفة الطبيعة).

– لقد دأب نيوتن على البحث والدراسة والاكتشاف والاختراع ونذر نفسه للعلم والدين والفلسفة والرياضيات وبقية العلوم، لا لشيء وإنما لتحقيق غاية واحدة أثيرة على نفسه لم يكن ليقتنع بأقل منها، ألا وهي التعرف على إشارات الإله (عز وجل) (السرية!) ورسائله خلقه... وفوق وقبل كل ذلك كان لنيوتن رغبة وشغف لا يقاومان لمعرفة تاريخ انتهاء العالم، وعندها اعتقد بقيامة السيد المسيح (عليه السلام) لإنشاء ولحكم مملكة الإخاء والمحبة لمدة ألف عام على الأرض – والتي يفترض أن يتجسّد هو فيها – كما اعتقد منصباً قيادياً متميزاً كأحد القديسين وحكماء العالم، وقد تشرّيته تلك الفكرة إلى الدرجة التي توصل في حساباته بأن الطامة الكبرى (Apocalyps)<sup>(1)</sup> ستأتي حتماً في عام (2060).

#### سبيرو

George G. Szpiro, The Secret Life of Numbers.

مقتطف من كتابه (الحياة السرية للأرقام).

– لعل نيوتن كان أول من وضع مفهوم وجود سبعة ألوان أساسية في طيف الضوء الأبيض وكان المسؤول عن ابتكاره، وقد كان أيضاً عظيم الشغف والاهتمام بالتناسق والإبداع الموسيقي وعليه كان هناك سبع نغمات متميزات في السلم الموسيقي. لقد نجح نيوتن في تقسيم الطيف الضوئي إلى سلام بعرض متناسق مع نسب الأرقام الصغيرة الكاملة الموجودة فيه.

#### لونغكير

Malcolm Longair, (Light and Colour) in Trevor Lamb and Janine Bourriau's

(Colour, Art & Science)

مقتطف من كتابه (الضوء واللون) والمذكور في كتاب (اللون، الفن والعلم).

– يعترف ويقر العلم بأنه لم يتمكن ولحد الآن من معرفة السبب الحقيقي لكيفية تولد الجاذبية رغم

(1) راجع معنى الكلمة على صفحة (247) من هذا الكتاب. (الترجم).



كوننا على وعي تام بتأثيراتها، وإلى حد هذا اليوم لا نمتلك بين أيدينا سوى الرياضيات كأداة فعالة للاستقصاء وربما نستطيع حسم طبيعتها وإدراجها ضمن خانة القوى ما دون الذرية حالها حال الظاهرة الكهر ومغناطيسية.

هوكنبيري

John Hockenberry, (What Causes Gravity's) Wired -

Magazine, February, 2007.

مقتطف من مقاله (ما الذي يسبب الجاذبية؟)

- لقد احتل نيوتن - وعن جدارة - مركز أعظم عبقرية خلاقة في تاريخ الفيزياء بلا منازع. لقد برز كافة مشابيهه وتفوق عليهم فكان له كأس السبق على كل من (اينشتين وماكسويل وبولتزمان وكبس وفينمن) وغيرهم من القطاحل، حيث لم يمتلك أي منهم قابليات (نيوتن) وإنجازاته في المجالات النظرية والتجريبية والرياضية مجتمعة. وإذا ما تحقق حلم السفر عبر الزمن ورغبت السفر راجعاً إلى القرن السابع عشر وحدث أن قابلت (نيوتن) وتابعت سيرة حياته فإنك ولا شك سوف تقع على إنسان وكأنه مؤدٍ على خشبة مسرح، غضب على جمهوره وأزعجهم فكالوا له الغيظ والوعيد ولكنه سحرهم بعد ذلك إذ تبين لهم أنه عبارة عن ملاك فريد له في غناؤه سحر هاروت وهو يحذف على مزامير داوود.

كروپر

William H. Cropper, Great Physicists.

مقتطف من كتابه (فيزيائيون عظام).

- لم يكن قانون الجاذبية ولا الجاذبية ذاتها موجودان قبل أن يُخلق (اسحاق نيوتن)، وما أعنيه بذلك هو أن منشأ ومربض ومنطلق أي قانون (عما في ذلك قانون الجاذبية) لابد وأن يكون عقل المبدع ذاته لا غير. لا أرى القوانين إلا أشباحاً تجسدها عقول الناس لترها أعينهم ونحس بها جوارحهم لا غير!

برسك

Robert Pirsig, Zen and the Art of Motorcycle Maintenance.

مقتطف من كتاب (زين وفن صيانة الدراجات).

# الفصل الثاني

1700 - 1800





• أين يتعين علينا البحث يا تُرى لنجد ونكتشف أسس (الحقيقة) ومبادئها؟؟

يعتقد اينشتاين، (ويعمل هذا الاعتقاد إيمانه الراسخ وجوابه القاطع عن الاستفسار السابق) بوجود (الحقيقة) في العالم الذي يُحيط بنا، أما مبادئها وقوانينها فهي من صناعة الفكر ومن نتاج الذهن ولا وجود لهما إلا فيهما. لقد أصر ودافع عن وجهة النظر القائلة، بأن على (النظريات العظيمة) أن تُفسّر أكبر كمية ممكنة من (الحقائق)، باستعمال أقل عدد ممكن من المبادئ والرموز.

هذا وكلما زادت رشاقة وبساطة نظرية ما وزاد قبولنا بها، كلما ابتعدت (شكلاً) عما تمثله، وزادت قرباً وصدقاً في تعبيرها (رياضياً) عما يحيط بنا من ظواهر وأحداث في كوننا الذي نعيش فيه. وكتيجة منطقية لأسلوب النقاش السابق، لابد وأن يكون الشكل النهائي لمجمل العلم (وحسب وجهة نظر اينشتاين) عبارة عن مبدأ واحد وشامل متماسك، رشيقي وبسيط ومُعبر، يستطيع أن يُقيّم نفسه بنفسه، كما يُمكنه التعبير عن (كُلِّ) الحقيقة بذاته، كما يمكننا استنتاجها كاملة منه.

كفتر

Amanda Geffer. (Power of the Mind), New Scientist. 188 (2529), 54,  
December 10, 2005.

مقتطف من مقالته المنشورة بعنوان (القدرة الذهنية).

• تنص (نظرية اينشتاين العامة في النسبية) على حرية وصحة التعبير عن كافة قوانين الحركة (وهي قوانين الاستمرارية، والفعل ورد الفعل والتعجيل)، ضمن أي نظام تسارع أو تباطؤ. وبناء على ما سبق فإن في اختيار الأرض كمرکز للكون من عدمه تبقى قضية (رغبة في ذلك) أو خاضعة (لسهولة الاستخدام)، وتنفي من كونها مسألة حق أو باطل، أو صبح أو خطأ.... ولكن السؤال المحير الباقي هو ما الذي نقصده بالضبط من (رغبنا في افتراض) هذا النموذج أو ذلك، وما نعيه (بافتراض سهولة القياس) باستعمال هذه النقطة كمرجع، أو تلك...

جنتك

Byron Jennings, (On the Nature of Science)

مقتطف من كتابه (حول طبيعة العلوم).

• ينص (قانون هوف ستدتر – Hofstadter's Law) على أن الوقت (الحقيقي) المستغرق للقيام بأي عمل، أو لأداء أي واجب لابد وأن يكون أطول مما هو متوقع، هذا حتى لو أخذنا هذا القانون ذاته بنظر الاعتبار.

ستدتر

Douglas R. Hofstadter, (Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern).  
مقتطف من كتابه (مأرب سحرية ، تساؤلات عن ضرورة الفكر والنموذج)

• لا يزال الكثيرون مؤمنين بالتصميم والتركييب الرياضي للطبيعة والعالم والكون. قد لا يرون حرجاً في الاعتراف بقصور العديد من أمهات النظريات الرياضية التي وُضعت لتفسير مختلف الظواهر الفيزيائية، ولكنهم مؤمنون بالمقابل بحقيقة السعي الحث للعلماء والفيزيائيين، ليس فقط في تطويرها لغرض ضم أكبر عدد من الظواهر تحت مظلتها (وقد نجحوا في ذلك فعلاً...)، وإنما حتى بجعلها أكثر دقة في تصوُّرها وقياساتها لها. وبناء على ما سبق أجد، ويجد الكثيرون معي، أنه كان من البديهي أن يقوم البناء الميكانيكي الحركي الذي ابتدعه (نيوتن) باحتلال الموقع الذي كان قد سبقه إليه النظام الأرضي (نسبة إلى الفيلسوف ارسطو طاليس). وكان من البديهي أيضاً أن يُغلي (نظام نيوتن) مكانه لمستلزمات ولضروريات (النظرية النسبية لاينشتين) التي فاقت دقة وشمولية. والآن، ألا يقودنا نقاشنا السابق إلى الاستنتاج البديهي بأن هناك شيئاً من (النظام والمنطق) في هذا الكون؟ وإنما نقرب أكثر من إدراك (الحقيقة)؟؟

كلاين

Morris Kline, (Mathematics, The Loss of Certainty), 1980.

مقتطف من كتابه (الرياضيات وضياح اليقين).



## قانون برنولي لحركة الموائع

### BERNOULLI'S LAW OF FLUID DYNAMICS

سويسرا 1738



حيث قضى برنولي جل حياته.

الطاقة الكلية لمائع متحرك (وتساوي مجموع ضغطه وطاقته الحركية والكامنة) ثابتة.

إن زيادة سرعة جريان أي مائع في أنبوب، لابد وأن تؤدي إلى انخفاض ضغطه.

معاور ذوات علاقة:

قانون برنولي - يولر - (BERNOULLI - EULER LAW).

من أحداث عام 1738:

- اختراع الساعاتي الألماني (فرانز كتر - Franz Ketterer) الساعة الدقاقة (بصوت الديك - كوكو كلوك).

- ولد الفيزيائي الفرنسي (جوزيف كيولوتن - Joseph Guillotin) مخترع (الكيولوتن) وهي آلة المقصلة التي عُرفت باسمه، ولما أصبحت الحكومة الفرنسية على إقرار اسم الآلة الجديدة باسم مخترعها قررت العائلة تغيير اسمها إلى الأبد.

### نص القانون وشرحه:

تتزامن زيادة إزاحة المائع المحصور دائماً مع انخفاض ضغطه، فإذا ما تخيلنا أنبوباً ينقل الماء من خزان أعلى مرتفع إلى آخر أسفل، فلا بد أن نفكر بوجود بعض التباين في ضغط مختلف نقاط السائل الهابط داخله. استطاع [دانيال برنولي (1700 - 1742) Daniel Bernoulli] اكتشاف القانون الذي يربط سرعة تدفق سائل معين في أنبوب ما بضغطه وارتفاعه، بحيث صار يكتب القانون المعروف باسمه في الوقت الحاضر كما يلي:

$$\frac{v^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} = C,$$

حيث يمثل ( $v$ ) مقدار إزاحة السائل، و ( $g$ ) مقدار التعجيل الأرضي، و ( $z$ ) ارتفاع أي نقطة من نقاط السائل المراد قياسها، و ( $p$ ) ضغطها، و ( $\rho$ ) كثافة السائل و ( $c$ ) ثابت. لقد توصل علماء السوائل قبل (برنولي) إلى فهم حقيقة تحول جزء من طاقة أي مائع أو أي جسم متحرك نحو الأعلى إلى طاقة كامنة فيه يفقدها حين الهبوط، كما أدرك هو (برنولي) بطريقة مماثلة أن طاقة السائل الحركية يمكن أن تترجم إلى ضغط.

يفترض التطبيق المثالي لـ (قانون برنولي) مائعاً مثالياً لا يتغير حجمه باختلاف الضغط المسلط عليه ويسير انسيابياً بتيار خال من الدوامات خلال أنبوب مغلق بإحكام، ولكن بالنظر لحيود كافة الموائع الطبيعية (بدرجة أو بأخرى) عن صفات المائع المثالي... فلا بد لنا أن نتوقع نتائج تقريبية عند تطبيق هذا القانون عليها. ومن صفات المائع المثالي الأخرى هي استحالة انضغاطه وخلوه من اللزوجة (أي انعدام الاحتكاك بين جزيئاته)، وباستحالة الحصول واقعياً على المائع المثالي فغالبا ما نستبعد الحصول على النتائج المثالية من تطبيق القانون السابق. ومع ذلك وعلى وجه العموم يعتبر دقيقاً جداً في حساب حركة أجزاء المائع المناسبة أو المتدفقة بعيدة عن أسطح الأنابيب والحاويات الداخلية الناقلة له والتي قد تسبب احتكاكا بتماسها مع جزيئات المائع القريبة منها، كما بالإمكان الاعتماد على تطبيقاته في الغازات والسوائل الرقيقة القابلة للانضغاط وعلى الموائع المتحركة بتأثير الضغط المسلط عليها (حيث يختلف تصرفها باختلاف كثافتها). وفي مثل هذه الحالات لابد من إضافة عامل زيادة الطاقة الداخلية لكل وحدة كتلة إلى يسار المعادلة.

يمثل النص الأصلي (لقانون برنولي) تطبيقاً ضمناً إضافياً له، بمعنى تركيزه على انخفاض ضغط سائل عند زيادة إزاحته، ولذلك تأثير شائع تنبأ به (برنولي) وهو إمكان ملاحظة (انشطاط) الستارة البلاستيكية الخفيفة لحمام صغير حال شروع الماء بالانصباب من (دوش الرأس). وتفسير ذلك هو الزيادة الملحوظة في سرعة الماء الهاتل من مصدره وزيادة سرعة حركة الهواء المصاحب له الأمر الذي يخفض ضغطه فيه، فتندفع ستارة الحمام الخفيفة إلى داخله بسبب فرق ضغط الهواء المسلط على جهتيها. وهناك العديد من التطبيقات العملية لهذا



القانون كمجالات تصميم الطائرات واختبار أجنحتها وأجسامها في الأنفاق الهوائية وفي تصميم وتحسين وتحويل الأجنحة وريش المحركات النفاثة وزعانف القيادة الخلفية التي تزيد من استقرار الطائرات أفقياً في الهواء، وفي دراسة أشكال وأوضاع زعانف الأسماك الجانبية وأثرها على اندفاعها إلى الأمام واستقرارها عمودياً في الماء. كما يستخدم هذا القانون في دراسة تصرف الدوامات الهوائية عند تصميم ريش محركات وأجنحة الطائرات الفوق صوتية وأجهزة حساب سرعتها وسرع اندفاع غازات الاحتراق من عوادمها وهو العلم المعروف بـفيزياء (الايرو دينامكس).

يعتبر اختراع حنجرة فنتوري (Venturi Throat) واحداً من التطبيقات المهمة لقانون برنولي والتي اكتسبت اسمها من اسم [جيوفاني باتستا فنتوري (1822-1746 Giovanni Battista Venturi)] وهو فيزيائي إيطالي اكتشف التأثير المعروف باسمه) والمستخدم في عدة تطبيقات... وتعتبر مبخرة الوقود في السيارات (Carburetor) إحداها. ففي داخلها جزء متضيق (ينخفض ضغط الهواء داخله حسب القانون السابق) متصل بأنبوب... أحد طرفيه في خزان الوقود والآخر يتصل بأنبوب سحب الهواء إلى الماكينة، يعمل على امتصاص الوقود من الخزان وتبخيره، ويجعل مزجه مع الهواء داخل المبخرة (Carburetor) ودفعه إلى داخل أسطوانات المحرك ممكناً. كما يُطلق اسم هذا العالم كذلك على أي أنبوب أقل قطراً يوضع متصلاً بأنابيب نقل السوائل، فقياس مقدار ارتفاع السائل في هذا الأنبوب المركب عمودياً على مساره يمكن حساب إزاحة السائل المار خلال الأنبوب الأصلي وقياس ضغطه وبالتالي يمكن حساب حجم السائل المنقول من وإلى مصدر معين بالاستناد إلى (قانون برنولي) الذي ينص على انخفاض ضغط أي سائل وارتفاع سرعته عند مروره بجزء متضيق على مسار الأنبوب الناقل.

ولعل خير تطبيق منزلي لتأثير (فنتوري) هو بمحاولة كبس فوهة خرطوم مياه ليّن لسقي الأزهار الأمر الذي يزيد من بعد المسافة المروية، فلو تمكنا من تسليط الضغط المناسب عليها لأمكن ملاحظة استمرار تماسك شفتيها حتى بعد إزالة ضغط الأصبع عنها. تُفسّر هذه الظاهرة

استنادا إلى حقيقة انخفاض ضغط السائل داخل الخرطوم المضغوط نتيجة لزيادة سرعته فإذا ما بلغت السرعة حدا معينا فإن الضغط داخله سينخفض إلى الدرجة التي سيحافظ معها على استمرار انبساط فوهته.

ولنا أن نتذكر (كلما ارتفعت بنا الطائرة) أن زيادة سرعة الهواء أعلى جناحها المحدث وانخفاض ضغطه، نسبة إلى بطء حركته تحته وارتفاع ضغطه هو ما يعمل على رفع الجناح إلى الأعلى فتطير. أما رفع زعانف الجناح إلى الأعلى فيخفف من سرعة الهواء أعلاه فيرتفع ضغطه نسبة إلى ضغط الهواء أسفل منه فتبهط.

### للفضوليين فقط:

- عصي كل من الأب (جوهان برنولي) والابن (دانيال برنولي) أوامر والديهما الصارمة بترك كل ما يتعلق بالرياضيات وبحوثها وترفها ورفضاً استبدالها بمهنة عملية مرموقة أخرى ومستقبل مضمون.
- خاض خيال (برنولي) وتعملق طموحه فكتب عن كل ما تاقته إليه نفسه وخامر فكره حتى أسهب في إحدى مقالاته في حساب المعادلات اللازمة لاستنباط العلاقة الرياضية بين سرعة اندفاع سفينة في عباب بحر وعدد جذايفها.
- نشر في عام (1738) مقالته الموسومة: (إمالة اللثام عما جد في نظرية حساب المخاطرة)، ناقش فيها حساب احتمالات المخاطرة المالية وعلاقتها بمقدار السعادة والقناعة الناتجة عن اقتناء سلعة ما... أو خدمة معينة.

### أقوال مأثورة:

- يمكنك اعتبار الكون مكونا من مجموعة ظواهر، والظاهرة هي أساس المعرفة، والأخيرة هذه هي تربة نمو الفلسفة وازدهارها. ولكنني على يقين أنه لا فائدة من كل ذلك بلا رياضي

يتقن صياغة ما سبق على الورق.

Daniel Bernoulli, Letter to John Bernoulli III

(من رسالة لدانيال برنولي إلى جون برنولي الثالث) في 7 يناير - كانون ثان - 1763.

- تجري مياه الجداول الصغيرة إلى الغدران التي تصب بدورها في النهرات التي تُغذي مجاري الانهار، وهذه الأخيرة هي التي تنشئ الخلجان التي تصب في البحار.... وكذلك إسهامات العلوم والتقنية.... تبدأ صغيرة دقيقة بجهود فردية، تتظافر وتستحكم حلقاتها حتى تؤكد التجارب فتصبح أهلاً لأن تصب في بحر العلم العظيم. وإذا ما اعتبرنا موضوع (ميكانيكا الموائع) بحراً عظيماً زاحراً بالعلم والتجارب فلا بد لنا أن نعترف بإسهامات (برنولي) الفذة فيه والاعتراف بفضله عليه، فهو صاحب أول سفر في هذا الاختصاص.

ج. أ. توكاتي

G.A. Tokaty, (History and Philosophy of Fluid Machanics).

(ج. أ. توكاتي - من كتاب (تاريخ وفلسفة حركة الموائع).

- ينتمي (دانيال برنولي) إلى عائلة علمية عريقة قدمت ما لا يقل عن ثمانية من أبدع الرياضيين خلال ثلاثة أجيال. يوصف ثلاثة منهم [جيمس الأول (1705 1754-) - James I] و [جون الأول (1667 - 1748) John I] وصاحبنا (دانيال) بالألمعية الرياضية، من الطراز الأول على أقل تقدير.

س. ل. زابل

S. L. Zabell, in John Eatwell et all's (Utitivity and Probability)

(س. ل. زابل - في كتاب (الاحتمالية والاستخدام - لجون اتول وآخرين).

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[دانيال يوهان برنولي (1700 - 1782) Daniel Johaun Bernoulli]: طبيب

ورباضي وفيزيائي سويسري ولد بألمانيا واشتهر بتنوع اهتماماته واشتغاله في مختلف مجالات

الرياضيات وميكانيك الموائع وأنظمة التذبذب ونظرية الاحتمالات والإحصاء. لابد من اعتبار شخصيتنا لهذا الفصل من أكثر الشخصيات العلمية موهبة وأشملها تحصيلاً واطلاعاً، فهو سليل عائلة سويسرية عريقة برعت بإنجاب المتميزين في حقول الرياضيات، فلم يقصر (دانيال) أبحاثه على دراسة الموائع، وإنما تشعبت اهتماماته لتشمل الرياضيات وعلوم الأحياء والفيزياء والفلك.

ولعل في سيرة حياة والده [يوهان برنولي (1667 - 1848) - Johann Bernoulli] من الأهمية والفائدة ما يثري الحديث عنه شخصياً. كان (يوهان) هذا رياضياً لامعاً، وكان دماغه قد اعتصر خلاصة عقول هذه العائلة الفذة واختزنها. عمل بيرة مع أخيه [يعقوب برنولي (1654 - 1705) - Jacob Bernoulli] على سبر غور الرياضيات وتطوير علم الهندسة التحليلية وحساب التفاضل. برع الأخوان بعملهما وشغفهما حتى باتت كافة جهود والدهما لإرشادهما (بل ولإجبارهما) على تبني الأعمال التجارية مهنة لكسب لقمة العيش بالفشل. ظل (يوهان) متمسكاً بهدفه في الحياة، وقرر تبني المنحى الأكاديمي والاستمرار في دراسة الرياضيات والإبداع فيها.

تجري الرياح بما لا تشتهي السفن؛ راوغ القدر (يوهان) وأعد له حباله وخبأ له ما لم يتوقعه، الأمر الذي أثار جم غضبه ونقمته، إذ سرعان ما أغمد أخوه (يعقوب) خنجر الخيانة في ظهره مما دفعه إلى الانفصال عنه ناقماً شامتاً على ما لم يكن في الحسبان.

كان (يعقوب) هذا كثير الحسد لأخيه ولم يكن يطيق علاقته الطيبة بالعالم (لينز) وخشي أن يتفوق أخيه الأصغر (يوهان) عليه ويبرزه في موضوع الرياضيات، فعمل كل ما في وسعه لإطفاء جذوة العبقريّة عنده ووضع العصي في دواليبه. لقد بلغ الكره والحسد (بيعقوب) في عام (1695) أن راود أساتذة وعمداء جامعة (بال) السويسرية وأغراهم، بل وعمل المستحيل لحثهم على رفض طلب أخيه يوهان للانضمام إلى هيأتها الأكاديمية، حتى فت عضد هذا الأخير بأخيه وصدم من عمله ويأس من إصلاحه.

ومن سخرية القدر أن تَوَرَّثَ عبقريّة الرياضيات مع ضغينة الحسد والكراهية إلى الجيل



التالي من (عائلة برنولي). ولد (دانيال) في مدينة (كروننجين - Groningen) في هولندا، وترجع والده على كرسي الأستاذية في الرياضيات في جامعتها ولما يبلغ هو عامه الخامس، لم يَظَبِّ المقام للعائلة في (هولندا) حتى عادت أدراجها للعيش في وطنها الأم في مدينة (بال) السويسرية. نضجت بذرة الخلاف والعصيان بين الوالد وابنه وقوت أشواكها، وطرحت علقَمَها في وقت مبكر، فكما جاهد والد يوهان (جد دانيال) على محاربة ولده وثني عزمه عن متابعة ولعه في دراسة الرياضيات وإرغامه إلى الاتجاه إلى الأعمال التجارية، جاء دور (يوهان) الوالد ليلعب دور والده ويبدل ما بوسعه لثني عزم ولده (دانيال) عن متابعة شغفه في دراسة الرياضيات والاستمتاع بها. وكان التاريخ يعيد نفسه؛ ساق الوالد أعذار الجد بأن لا مستقبل للرياضيات كمصدر رزق كريم، ولا مناص من الاشتغال بالتجارة لكسب لقمة عيش هنية! لم يدخر (يوهان) الأب جهداً في سبيل حرمان ولده (دانيال) من التعليم فحسب وإنما اختط له (دون رضا) مستقبله وبذل ما في وسعه لتزويجه ضد إرادته. كاد القدر أن يقضي على مستقبل هذا الرياضي الأملعي (دانيال) لولا ما منحه إياه بالمقابل من خصلة عناد يكاد لا يفت عضدها الصخر. سرد المؤلف (ميشال كولين - Michael Guillen) يصف هذه الحقبة من حياة دانيال في كتابه الرائع: (خمسة معادلات غيرن وجه العالم) قائلاً:

((قرر دانيال - ومن دون سابق إنذار - التصدي الحازم لكل خطط والده لاختيار وتقرير مستقبله العملي والاجتماعي، فمع الوالد المصّر لن يفيد الفرّ فقرّر الكرّ. شرعت طبول حرب الأب وابنه تفرع وتتما بلع السيل الزبي، وحين أيقن (دانيال) أن سعي والده في تنفيذ خطته لم يكن ليُثني، فقد كان الوالد - وكأنه الوسيط الإلهي المكلف بتنفيذ قدر ولده وسوقه لمصيره المحتوم - قد أعد العدة كاملة لتدمير ابنه ومستقبله فعمد إلى تسجيله في مدرسة للتجارة، وخطب له إحدى الصديقات، وأكمل المراسيم لتزويجه خلاف رغبته. أضف إلى كل ذلك حربه المستمرة بلا هوادة لكل ما يمت لحب الفتى واهتمامه وشغفه العميم بالرياضيات وسعيه الدؤوب لدراساتها بصلة، وواظب على معاملة نجله تلك المعاملة المشينة لسنين عدة)).

طفح كيل الفتى، فجابه والده بالعصيان، ورفض كل ما أعده له من برامج، وتوسل إليه أن

يمنحه موافقته لإكمال دراسته في الرياضيات، مكمّن شغفه وينبوع اهتمامه، واستمر على هذه الحال حتى توصل الطرفان وبعد سجال طويل مرير لم تذق العائلة على ناره لا طعم الراحة ولا حلو الهناء، إلى اتفاق مؤداه أن يتوقف الوالد عن عناده في إخضاع ولده لدراسة التجارة واتخاذها مهنة للمستقبل مقابل أن ينقاد الولد لرغبة أبيه ويشرع بدراسة الطب. ولكن هيهات أن يعود الماء المسكوب إلى كأسه فقد ظل الوالد العنيد متعلقاً بأمل ثني ولده عن شغفه بالرياضيات رغم اتفاق الشرف بينهما. ظلت سماء العلاقة بينهما مكفهره وغيوم الغيظ ملبدة حتى كان للزمن أثره في دمل جراح الخلاف بينهما، فبعد انصياح الولد لرغبة أبيه وشروعه في دراسة الطب، لان عود الوالد، وقرر عناده فاقترح أن يتولى بنفسه تدريس ابنه الرياضيات وأسرارها مقابل مواظبة الولد على دراسة الطب وسر أغوارها.

مرت الأيام، ودارت عجلة الزمن، وصلب عود الفتى دانيال في مسقط رأسه (مدينة بال السويسرية)، وصار يبذل جهداً استثنائياً للاستزادة من دراسة الفلسفة والمنطق وإدامة ولعه بالرياضيات حتى كتب له التوفيق فنال درجتي الماجستير (عام 1716) والدكتوراه (عام 1721) في الطب، وقد كانت أطروحته حول ميكانيكية التنفس في الإنسان مزيجا فذاً، واعتبرت سفراً ذكياً سطعت من خلاله موهبته في الطب والرياضيات. لم يتوقف طموحه، ولم يفتر إصراره، فانكب على دراسة الرياضيات، ونشر العديد من بحوثها، حتى ذاع صيته وانتشر فبلغ أصقاع روسيا بل وعبر. لقد سبقته شهرته إلى هناك حتى تقدمت أكاديمية سانت بطرسبرك (القديس بطرس) عام (1724) بطلب استضافته إلى روسيا، وتوجت دعوته برغبة شخصية من (كاترين الأولى)، أميرة روسيا لاستضافته.

تعد السنوات الثمان التي قضاها (دانيال) في روسيا في أكاديمية سنت بطرسبرك (1733 - 1725) محاطاً بكنف الأميرة، من أروع سني حياته إبداعاً وإنتاجاً فقد نشر خلالها أفخر أعماله حول حركة الموائع والتذبذب ونظريات الاحتمالات.

حنّ الأب العنيد في أواخر أيامه، وندم على سوء معاملته لولده، فكتب إليه يرجوه الغفران، ويلتمسه استضافة الرياضي السويسري [ليونارد يولر (1783 - 1707) - Leonhard Euler] عنده في روسيا ليساعده في عمله. تبني (دانيال) رغبة أبيه وصادق



(يولر) واطمأن له وعملا معا حتى أثبتت الأيام أنها لم تنجب رياضيا لامعا متورا أكثر عبقرية من (يولر) هذا فتوطدت عرى الصداقة بينهما.

تململت بذور الشر ولاحت لعناتها التي تمكنت فعلا من تقمص هذه العائلة الفذة وأفرادها، فصبت وسقت كأس علقمها هذه المرة (لدانيال) الابن علي يد (يوهان) الأب الحنون و(يولر) الصديق الوفي. أنهى (دانيال) عمله الفذ الموسوم (الهيدرو ديناميكا) قبيل عام (1734)، ولكن لسبب أو لآخر تأجل نشره حتى عام (1738)، ناقش الكتاب وبأسهاب العلاقة بين إزاحة السوائل والضغط المسلط عليها، ووضح (دانيال) فيه قانونه الشهير الذي ينص على العلاقة العكسية بين ضغط سائل ومقدار إزاحته. ومن المنصف القول بأن مصطلح (الهيدرو ديناميكا - Hydrodynamics) يعني فرع الفيزياء المختص بحركة الموائع كان قد استلهم من عنوان عمل (دانيال الابن) المنشور في كتابه والذي صدر بنفس الاسم تقريباً (الهيدرو ديناميكا - Hydrodynamica). التهب صدر الأب غيظا وحسداً على

DANIELIS BERNOULLI JON. FR.  
MED. PROF. BASIL.  
ACAD. SCIENT. DIPER. PETROPOLITANÆ, PRIUS MATHESEOS  
SUBLIMIORIS PROF. ORD. NUNC MEMBRI ET PROF. HONOR.  
**HYDRODYNAMICA,**  
SIVE  
DE VIRIBUS ET MOTIBUS FLUIDORUM  
COMMENTARIL  
OPUS ACADEMICUM  
AB AUCTORE. DUM PETROPOLI AGERET,  
CONGESTUM.



ARGENTORATI,  
Sumptibus JOHANNIS REINHOLDI DULSACKERI,  
ANNO M D CCXXXVII.  
Typis JON. HARR. DUCKER, Typographi Bafilienfis.

الصفحة الأولى من الفصل الأول من كتاب دانيال برنولي، المعنون (الهيدرو ديناميكا) المنشور في عام (1738).

إثر النجاح الذي أحرزه كتاب ولده آنف الذكر، فعمد إلى نشر كتاب باسمه هو تحت عنوانه (الهيدروليكا – Hydraulica) والذي حرف تاريخ طباعته إلى عام (1732) ليظهر وكأنه نشر قبل كتاب ابنه (الهيدروديناميكا). وإمعاناً في الكيد والضغينة عمد الأب إلى (الصديق الوفي) الذي سبق أن أرسله والتمس ولده لاستضافته عنده في روسيا لمساعدته، وأقنعه بكتابة المقدمة لكتابه هو (الهيدروليكا) حبكاً للمكيدة. صدر (ليونارد يولر) كتاب الوالد بديباجة بديعة وقدم له بالمقدمة التالية: (لقد هالطني وأدهشتني انسيابية ودقة تطابق تجاربي العملية مع توقعاتك النظرية وقوانينك الفذة. هذه التوقعات والقوانين التي أمارطت وبلا أدنى شك اللثام عن العويص والدقيق من معضلات هذا العلم... ولذلك اسمح لي أن أتنبأ بأن يتصدر اسمكم الموقر لائحة الخالدين من العلماء الأفذاذ على مر العصور من الآن وإلى الأبد).

ظلت نار الأسى والأسف تأكل في قلب (دانيال الابن)، تضرهما كلما خبت خيانة صديقه له وحقد والده عليه. لم يتمكن أبداً من إثبات الجرم عليهما إلا أن شكه بأبيه وبصديقه لازماه ما دام حياً حتى كتب بمرارة يقول: (أما بشأن الهيدروديناميكا والتي صبت فيها عصارة ذهني وريح عمري، فهي ابنة أفكار البارة، وثمره تجاربي الخالصة والتي لا صلة لأبي مطلقاً بها، ولا علاقة لها به، فهو لم يساهم لا بدراستها ولا بتطويرها ولا حتى بوضع كلمة واحدة منها، ولكن في غفلة من الزمن استطاع هذا الوالد الحقود الجشع أن يسلبني في ساعة بغیظة واحدة عرق وثمره جهد عشر سنوات كاملات من العمل والبحث المضنيين).

كشّر حققد الوالد عن أنيابه مراراً ليس آخرها حادثة تصويت علماء الأكاديمية الباريسية للعلوم في عام (1735). بمنح جائزتها للعلوم مناصفة بين الاثنين لعمليهما المشترك في قياس مدارات الكواكب، عمى الحسد قلب الوالد الذي ادعى أن لا حق لولده بنصف الجائزة، ولا بد أن تكون بكاملها من نصيبه هو وحده، وازداد حنقه حتى عمد إلى طرد ابنه من داره إلى غير رجعة.

جاء في حوليات تاريخ الرياضيات المنسوبة (لماك تيوتور – Mac Tutor) ما كتبه (جون



جى اوكنر - John J. O. Connor) و(ادموند ف. روبرتس - Edmond F. Robertson) تحت مدخل (عائلة برنولي) ما يلي: كان غضب الوالد على ولده، ونقمته منه مستعراً على الدوام، يذكيه كلما خبا عدم قدرة الولد على استيعاب حقيقة عدم مجارة والده له. الأمر الذي أدى إلى انفراط عقد العائلة بين الاثنين.

حرم الأب ابنه من دخول منزله فعاد الابن خائبا إلى مدينة (بال) مسقط رأسه. لا يمكننا الجزم بالسبب الحقيقي لحفوت اهتمام (دانيال) بالرياضيات وانطفاء جذوة ولعه بدراساتها. أكان نتيجة لحقد الوالد ومحاربه إياه؟؟ أم أن منصبه الجامعي - كطبيب - جرفه بعيدا عن جوهر الرياضيات وممارساتها؟ ولكن على كل حال ما يمكننا الجزم به هو أن ربيع الرياضيات السعيد وشذى أزهاره التي أنبعت أول مرة خلال وجوده في (سانت بطرسبرك) في ضيافة أميراطورة روسيا لم ير النور في حياته ثانية.

تمكن (دانيال) خلال فترة مكوثه في روسيا من اختراع الطريقة المثلى لقياس ضغط سائل ما أثناء مروره في أنبوب وذلك بإدخال أنبوب زجاجي دقيق خلال فتحة صغيرة في الأنبوب الناقل. وبعد العديد من التجارب والحسابات توصل إلى حقيقة أن ارتفاع السائل في الأنبوب الدقيق المثبت عموديا على الأنبوب الناقل الأصلي يتناسب مع ضغط السائل المنقول داخله. وهنا دعت عبقريته إلى التصميم على ابتكار طريقة لقياس ضغط الدم البشري داخل الشرايين، واستشار صديقه (كرستيان كولدباخ - Christian Goldbach) حول الموضوع وأكد له أنه تمكن بالفعل من اكتشاف طريقة فعالة لقياس ضغط الماء في الأنابيب الأمر الذي سيمكنه من ابتكار تصميم جديد لشبكات توزيع المياه. أما ما يستحق العجب في هذا الاكتشاف - أضاف دانيال موضحاً لصديقه - هو (أني على وشك المثول أمام فتح ميين في مجال فيزيولوجيا الجسم البشري وهو ما يهمني الآن). وقد تم له ما أراد حين هدت عبقرية (دانيال) أطباء أوروبا إلى طريقة قياس ضغط دم مرضاهم بإدخال طرف أنبوب زجاجي حاد إلى أحد شرايين الجسم ومن ثم ملاحظة ارتفاع مستوى الدم داخله، يا لها من فكرة لامعة عبقرية فذة،

ويا لها من طريقة قياس مؤلمة موجعة فجّة!

من أروع منشورات (برنولي) حول نظرية الاحتمالات مقالته الخالدة المنشورة عام 1738)) وهي ما تعرف اليوم بـ (متناقضة سنت بطرسبرك - St. Petersburg Paradox)، والموضوع عبارة عن أحجية بسيطة تدور حول رمي قطعة نقود معدنية في الهواء والمال الذي يجنيه المراهن على النتيجة. تستمد هذه الأحجية نكهتها من الجدل القائم بين الرياضيين والفلاسفة: ما هو مبلغ الجائزة الذي يستحق المشاركة وما المبلغ الذي يمكنك المخاطرة بخسارته لدخول اللعبة؟

ولكن قبل الاسترسال، دعنا نفهم أصول تلك اللعبة أولاً.

للعلمة المعدنية وجهان: نقش وصورة. تنص اللعبة على رمي العملة في الهواء حتى تسقط والوجه المتفق عليه إلى الأعلى (وليكن وجه النقش). ويحدد عدد الرميات (ن) مبلغ الجائزة. الآن بالإمكان التعبير عن قيمة الجائزة رياضياً بالمبلغ المساوي لـ  $(2^n)$ . لاثنتين مرفوعة إلى الأس (ن)، وعليه إذا رميت العملة وحطت ونقشها إلى الأعلى أول مرة فالجائزة ستساوي  $(2^1)$ . اثنان مرفوعة إلى الأس واحد وتساوي ديناران وتنتهي اللعبة. وإذا رميت العملة وحطت ونقشها إلى الأعلى عند الرمية الثانية فالجائزة ستساوي  $(2^2)$ . اثنان مرفوعة إلى الأس اثنين وتساوي أربعة دنانير وتنتهي اللعبة.. وهكذا. لا يقع النقاش المعمق لهذه المتناقضة ولا فلسفتها ضمن نطاق هذا الكتاب، ولكن لتوضيح الفكرة نقول إنه لا بد للمراهن الحذق (والذي لا يبغى الخسارة بالطبع!) أن لا يدخل اللعبة أبداً إلا إذا كان ثمن دخوله يقل عن مبلغ جائزته المحتملة. وتبرز المتناقضة هنا عند تحليل هذه الأحجية والتي تتحمل الوجهان دائماً. فمن البديهي أن يقل رسم الاشتراك عن قيمة الجائزة للحصول على ربح معين أولاً. ومن البديهي أن المراهن المحترف سوف يدخل اللعبة مهما كان ثمن تذكرتها ثانياً.

ومن التعليقات الطريفة ما نشره (بيتر ل. برنستين - Peter L. Bernstein) في كتابه (الخلافاً مع القدر: قصة المجازفة المثيرة) موضحاً شأن متناقضة (سنت بطرسبرك) حين قال:



((أعترف أن تلك الرسالة ستظل من أعمق ما كتب، ليس فقط لمناقشتها مبدأ المجازفة (على أهميته) فحسب، بل لعلاقتها بالنصرف البشري الغريزي ككل؛ أولاً يركز (برنولي) في أطروحة على واحد من أعقد العلاقات ما بين القياس والحدس؟ أولاً يحس القياس والحدس كل ما نحاول فهمه في هذه الحياة؟؟)).

عاش دانيال (بعد خلافه مع أبيه) في مسقط رأسه وعين في عام (1750) رئيساً لقسم الفيزياء في (جامعة بال) وبقي في منصبه هذا محاضراً حتى وفاته في عام (1782). ويمكن تسميته دانيال (بكارل سيجان) عصره، حيث كان كثير الاهتمام بتفسير العلوم للعامّة. تشعبت اهتماماته ولم تقتصر برأته ولا شغفه على حقل واحد من حقول المعرفة فكتب عشرة مقالات علمية ربحت كلها جوائز قيمة في منافسات الأكاديمية الباريسية المرموقة للعلوم، وكتب العديد من المقالات في علوم متعددة شملت الملاحة البحرية والتكنولوجيا والمغناطيسية والفلك ومدارات الكواكب، أثبت برأته في جميعها.. ومن الجدير بالذكر اهتمامه بإبداع الشكل المثالي للساعات الرملية والتصميم الأفضل لأهلاب السفن. وأما ما استحق فعلاً الاهتمام بساعاته الرملية فكان تصميمها للعمل بدقة لقياس الوقت على ظهر السفن حتى المبحرة منها في أعنى العواصف، ولتحقيق ذلك توصل (برنولي) إلى تثبيت ساعاته الرملية على لوح من صلب الحديد طاف داخل برميل من الزئبق حيث حافظت كثافة الزئبق على استقرار لوح الصلب ومن ثم استقرار ساعاته الرملية تحت أقسى العواصف وأعنى الأمواج.

من المؤسف حقاً أن تضيع جل أعمال (دانيال برنولي) وأكثر محاضراته، فلا نعرف اليوم لها أثراً، ولكن مما لا شك فيه أنه حمل فوق كتفيه رأساً زائراً بمواضيع وعلوم لا يسع هذا الكتاب الموجز إلا أن يتطرق لبعض عناوينها مع نبذة مختصرة عما خاضه فيها.

## في الطب:

- ميكانيكية التنفس والتقلص العضلي.

- التصور العلمي لانتشار العصب البصري عند تموضعه في شبكية العين.
- حساب الجهد المنجز من قبل القلب.

## في الرياضيات:

- لعبة الفارو (Faro) - لعبة الورق التي يضع المتنافسون رهاناتهم على أعلى ورقة بمجموعة الموزّع.
- معادلات (ريكاتي - Riccati) التفاضلية معسرة الحل: سميت هذه المعادلات باسم واضعها [الكونت ياكوبو فرانثسكو ريكاتي (1676 - 1754) Count Jacopo Francesco Riccati] صيغتها العامة هي:  $(y = q_0(x) + q_1(x)y + q_2(x)y^2)$  والتي لا يمكن حلها بالطرق التقليدية الأولية.
- المنصالبات الهندسية: وهي من الأشكال المتقاطعة المسماة (لونيولي - Lunulae).
- مجاميع الجيب والجيب تمام المتفرقة.
- الكسور المستمرة اللانهائية.
- الاحتمالات والإحصاء وتطبيقاتهما في مجالات الاقتصاد وانتشار الأمراض والإحصاء السكاني.

## في الميكانيك:

- نظرية في الأجسام الدوارة
- الاحتكاك
- ضغط الموائع على أسطح الأنابيب الداخلية
- تذبذب الموائع في الأنابيب المغمورة بالماء
- أبحاث في المضخات وأشرعة طواحين الهواء ولولب ارخميدس
- الضغط الجوي



- انكسار الضوء
- انسياب الهواء عبر الفتحات الضيقة
- نظريات حول تصرف أمواج المحيطات
- فعل الأقلعة والمجاذيف
- ميكانيكا الأجسام المرنة
- الفيلاريا واللتيتياريا والكاتيناريا - (Velaria، Lintearia and Cantenaria):
- أسماء لبعض المنحنيات الهندسية التي تصف مشاهدات وظواهر طبيعية.
- تذبذب الحبال المثقلة بالأوزان
- تذبذب الخيوط متباعدة السمك والألواح الطافية على الماء وأنايب الارغن<sup>(1)</sup>
- والوتريات الموسيقية.
- ولعل أبرز قوانين (برنولي) الأقل شهرة والأكثر أهمية هو ما يسمى بقانون [(برنولي - يولر) (The Bernoulli - Euler Law)] والذي يدرس تصرف القضبان أفقية التوضع والتي تحمل أثقالاً عمودية تسبب انحناءها. ينص هذا القانون على أن عزم الانحناء (M) لمقدار نصف قطر دائرة (R) لأي قضيب مرن بسمك (t) حيث  $t < R$  هو  $M = EI/R$ .
- حيث (E) هو معامل مرونة يونك (Young's Modulus) لمادة القضيب و (I) هو العزم الثاني لمساحة مقطع القضيب حول المحور العمودي على مستوى الانحناء. أما معامل مرونة يونك (M) لمادة ما فيمثل مقدار صلابتها. اقترح (برنولي) هذا القانون في عام (1742) وتمكن (يولر) من اشتقاقه رياضياً بعد سنتين أي في عام (1744)<sup>(2)</sup>.
- وضع برنولي في كتابه المنشور عام (1738) بعنوان (حركية الموائع) تصوره البين حول قانونه في ميكانيك الموائع والذي نص على التناسب العكسي بين إزاحة مائع وضغطه حين كتب

(1) (الارغن: آلة موسيقية هوائية نصوت بنفخ الهواء خلال أنابيب متساوية الأقطار متباعدة الأطوال - المترجم).

(2) يعتبر هذا النص مثالا بيّنا على حاجة الترجمة إلى مخططات وأشكال ورسوم لتوضيح فكرة القانون والمثال المضروب هنا وفي مجالات أخرى خلال الكتاب (المترجم).

موضحاً: ((من المدهش حقاً أن يتأخر اكتشاف مثل هذا القانون البسيط (والذي ابتدعته عبقرية الطبيعة) حتى اليوم!)). لقد انتظر العالم عام (1755) حتى استطاع (يولر) وضع العلاقة الرياضية الواضحة التي تربط ضغط مائع بإزاحته وكثافته وارتفاعه.

بإمكاننا تصور تطبيق (قانون برنولي) كلما ضغطنا على مطاطة زجاجة عطر! يخلق كبس السبابة والإبهام عليها تخلق خلا سلبيا في ضغط الهواء فوق مستوى السائل بالنظر لدفعها الهواء بسرعة عالية. يعمل تيار الهواء المتسارع فوق سطح العطر على (شفطه) إلى أعلى منفذ الخروج ونته برفق على وجهك!<sup>(1)</sup>.

يساعدنا القانون كذلك على فهم ظاهرة تشظى زجاج المنازل إلى الخارج عند مرور إعصار قريب منها، حيث يزيد الأعصار من حركة الهواء خارج المنزل فينخفض ضغطه إلى درجة تؤدي إلى تغلب ضغط الهواء داخل المنزل على ضغطه خارج الأمر الذي يدفع الهواء إلى الخارج (محاو لا مساواة الضغط) مهشماً معه شظايا الزجاج دافعا إياها إلى الخارج. فمن الحكمة إذا أن تذكر ترك بعض نوافذ منزلك مفتوحة لمعادلة ضغط الهواء عند إذاعة اقتراب إعصار من دارك تفاديا لتحطمها.

أضاف صديقي مؤرخ العلوم (كراهام كلفرلي - Graham Cleverley) في رسالة شخصية بعثها لي موضحاً تطبيقات أخرى (لقانون برنولي) تخص أجنحة الطائرات وأشرعة السفن وكرسي الطاولة والبسبول بقوله: توفر الطائرات الاعتيادية (غير النفثة) الكثير من الوقود باعتبار (قانون برنولي) عند تصميم أجنحتها. وبالإمكان عزو تأخر الأوربيين في اكتشاف الأمريكتين حتى القرن التاسع عشر لتأخر معرفتهم وفهمهم لتأثيره على تصميم أشرعة السفن الكبيرة ومجاذيفها، كما إن إبداع لاعبي البيسبول أمثال (بيكهام - Beckham) و(سامبراس - Sampras)، لم تكن لتتحقق بإرسال الكرات القوسية

(1) هذا بالطبع قبل اكتشاف مذبيات العطور الطيارة والتي بطبيعتها تحفظ تحت ضغط عال في زجاجة والتي تنطلق منها حال إفساح المجال لها، ثم تبخر بدرجة حرارة الغرفة حال رفع الضغط عن كابسها حاملة عطرها إليك - (المترجم).



والمزلفة لولا هذا القانون. وأخيراً لما تمتعنا (لولا) بقفزات كرة تنس الطاولة ومراوغاتها وهي ترقص بفعل مضارب محترفي اللعبة من الصينيين.

ولمزيد من الطرافة والمتعة... دعني أقتطف لك من كتاب (راي كرزويل - Ray Kurzweil) المعنون - مما نؤمن به ولا نستطيع إثباته - حيث يقول: (إن من الخصائص الأزلية والمدهشة للطبيعة هي فعلها الثابت على موجوداتها واستمرار هذا الفعل وثبوت تأثيره. ما عليك إلا أن تتصور بساطة وأهمية تطبيق (قانون برنولي) على تأثير الهواء على الأسطح المنحنية وعمله على تضخيم قواه الرافعة وبالأخص زيادة سرعة تيار الهواء أعلى مقطع محذب لجناح طائرة مقارنة لسرعته أسفله. فتح هذا التصور - على بساطته - عالم الطيران أمام البشر على مصراعيه وحررهم من عبودية «سلطان الجاذبية». يشم المتصور - ولا شك - رائحة المبالغة مما سبق، فلم نكن بحاجة لا (لبرنولي) ولا لقانونه للطيران أو لصنع الطائرات. كان باستطاعتنا الطيران على طريقة (Zeppeline)<sup>(1)</sup> والتي لا تعتمد على هذا المبدأ. ولكن من المنصف القول إن لذلك القانون أثراً يبنياً على حساب وتحسين استقرار وقيادة وكفاءة استخدام طائرات الركاب التجارية).

كتب جون اندرسون في رائعته (تاريخ ميكانيكا الهواء) يقول:

((نقرأ اليوم بفضل (دانيال برنولي) في إرساء مبادئ التقدم الحديث في علوم حركية الهواء. عاجت ميكانيك نيوتن - وبلا شك - مغالتي هذا العلم الحديث وأسراره ولكنها لم تفصح بفتح أبوابه. طرقها (برنولي) بشدة وبثبات ولكنه لم يفصح إلا بإحداث شروخ بسيطة فيها. أما اليوم فنحزو - وبفخر - فتح تلك الأبواب على مصراعها لـ (ليونهارد يولر - Leonhard Euler) ومن لحق به)).

(1) أو (Zeppelin) - وهي عبارة عن (آلات طائرة) تشبه المناطيد طويلة الشكل. أول من اخترعها كان الألماني (الكونت فرديناند فون زبلن - Count Ferdinand von Zeppelin) في أوائل القرن العشرين اعتماداً على تصاميمه التي وضعها حولي عام (1874) وطورها في عام (1893) حتى حصل على براءة اختراعه من أمريكا في عام (1899). أول استخدام تجاري لها كان في النقل الجوي قبل الحرب العالمية الأولى، واستخدمها الألمان لنصف الخلفاء بالقتال أثناء الحرب ومن أنواعها LZ 127 (Graf Zeppelin) و (LZ 129 Hindenburg) والتي انتظمتا في رحلات عبر الأطلسي من ألمانيا إلى أمريكا وإلى البرازيل. (الترجم).

## مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Anderson, John. *A History of Aerodynamics: And Its Impact on Flying Machines* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1999).

Bernstein, Peter L., *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk* (Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 1998).

Brockman, John. *What We Believe but Cannot Prove* (New York: Harper Perennial, 2006).

Guillen, Michael. *Five Equations That Changed the World* (New York: Hyperion, 1995).

Kobes, Randy, and Gabor Kunstatter. "Bernoulli's Principle." Physics Department, University of Winnipeg; see [theory.uwinnipeg.ca/mod\\_tech/node68.html](http://theory.uwinnipeg.ca/mod_tech/node68.html).

Martin, Robert, "The St. Petersburg Paradox," in *Stanford Encyclopedia of Philosophy*; see [plato.stanford.edu/entries/paradox-stpetersburg/](http://plato.stanford.edu/entries/paradox-stpetersburg/).

O'Connor, John J., and Edmund F. Robertson, "Daniel Bernoulli, 1700–1782," in *MacTutor History of Mathematics Archive*, School of Mathematics and Statistics, University of St. Andrews, Scotland; see [www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Bernoulli\\_Daniel.html](http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Bernoulli_Daniel.html).

Quinney, D. A., "Daniel Bernoulli and the Making of the Fluid Equation," *plus* magazine, January 1997; see [pass.maths.org.uk/issue1/bern/](http://pass.maths.org.uk/issue1/bern/).

Straub, Hans, "Daniel Bernoulli," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• جُلّ ما قام به العلماء قبل (انشتين) هو مراقبة الأشياء والظواهر وتسجيلها، ثم العمل على إيجاد شيء من الرياضيات لتفسير ما توصلوا إليه. قلب (انشتين) الموازين رأساً على عقب. غيرت شحنات عصبوناته المادة ونعت إزميل ذهنه الطاقة، فقدم تحفة رياضية فذة استلهم وحيها من اللامتناهي في أعماق الكون. استخرج من هذه التحفة توقعاته لما ينبغي أن تفعله الأحداث وما يجب أن تسير بموجبه الأفلاك. أعاد الساحر مارد العلم إلى قممه وأمره فانصاع. لقد أرجع (انشتين) العلم إلى صوابه وأعاد سيطرة الفكر عليه... باختصار أعاد انشتين هبة الإبداع إلى الدهن البشري.

غيتس

Sylvester James Gates, quoted in Peter Tyson's, (The Legacy of  $E = mc^2$ ).

سلفستر جيمس غيتس، مستلهمة من كتاب (رشاقة الـ  $E = mc^2$ )



• لا تمثل الرياضيات مطلق الحقيقة بمفهوم المنطق فحسب، بل هي الجمال الكامل الآسر الأخاذ.  
ولكنها الجمال البارد الصامت، جمال الحجر المنحوت ليس إلا!

رُسل

Bertrand Russell, (Mysticism and Logic), 1918.

برتراند رسل - من كتاب (الشك والمنطق) 1918.

• إن كل ما يحلذه الرياضيون هو إحكام ربط الأسباب بالمسببات، ربما بمعادلتها بقطعة (منطق) صغيرة هي علامة المساواة (=). صدقاً، إنهم لا يدركون ما في داخل بنائهم من أسرار ولا يحاولون تفسيرها... أنا شخصياً، لا أراهم أصلاً بحاجة لا للإدراك ولا للتفسير!!  
على العكس من ذلك تماماً فكثيراً ما يجتهد الفيزيائيون في اختيارهم لموزمهم بكامل العناية ويدعون في صياغة عباراتهم ببالغ الدقة، ويستلهمون تفسير دلالاتهم بكامل الوضوح.  
وهنا أستنتج بأنه على عاتق الفيزيائيين يقع عبء ربط العالم الجامح بحبال متينة مظفورة بعناية من كلمات منتقاة بدقة، ذوات مقاصد يينة.

هينمن

Richard Feynman, (The Character of Physical Law).

من كتاب (صفات القانون الفيزيائي) لريتشارد هينمن.

• يفترض التنوير (وهو ما يدين به العلم مجازاً) بأن المولى القدير (عز وجل) كان قد خلق قلب (عقل) الإنسان وشغاف فضوله من عين الجوهر الذي صاغ منه أسرار الكون وقدر له أفلاكه. لم يعر (سبحانه) لأي تغيير أو خراب قد يفكر به (الشیطان) بالآبداً. إن لدقة الأكوان في هندستها ولروعة الأفلاك في بنائها من مطلق الكمال ودقيق الصنعة ما يستقرم أي إرادة أو جهد عابث به.

كروس

Frederick Crews, (Follies of the Wisc), Skeptical Inquirer, March / April, 2007.

دورية سكبتكال إنكوويرر عدد مارس / أبريل (آذار / نيسان) 2007

من مقاله (الحكماء الأغبياء) لثريدريك كروس.

• لم على الدهن البشري الجهاد والتفكير للإلزام بأصول كل القوانين الكونية وفهمها وهو الذي خُلق لأغراض أخرى؟ ولم علينا النضال لحصر كل تلك القوانين وتركيز وضعها تحت ضوء الفكر وعدسة القياس؟ علما، بأن أقصى ما أتيح للبشر من موارد القوى والطاقة لا تتعدى مجالا ضيقا من المستلزمات كالحراة والماء وبعض الوسائل الأخرى التي لا تمكنا إلا من العيش والبقاء على سطح الأرض وحسب. كلما سبرنا أغوار الكون إلى اللامتناهى من الأجرام في الفضاء لم ندرك إلا جزءاً ضئيلاً من حقيقته ناهيك عن قصورنا التام عن فهم الكثير عن أنفسنا ذاتها. باختصار أريد أن أقول إنه بإمكاننا - إذا أردنا - أن نفهم وبعتهى البساطة لم علينا أن ندرك ونقبل حقيقة قصورنا المخجل عن إدراك كمال أنفسنا و / أو عظمة ما حولنا. كل ما نملكه وما سوف نملكه من علم لن يتيح لنا الإبحار بثقة في مجاهل الكون، فضلاً عن إدراك كنهه أو موجدّه.

#### بارو

John Barrow, (Boundaries and Barriers, On the Limits of Scientific Knowledge).-

من كتاب (الحدود والموانع؛ حول الغاية من حدود العلم والمعارف) لجون بارو.

• لا وجود للأشباح علمياً فلا مادة لهم نلمسها ولا طاقة لهم نقيسها ولذا وحسب قوانين العلم فلا وجود للأشباح إلا في خيال الإنسان، وبالمقابل ألا توافق معي بأن رزمة قوانين العلم ومحاولاته (التي نفخر بها!) لا تحتوي على مادة نلمسها ولا على طاقة نقيسها؟ ولذا لا وجود للقوانين العلمية إلا في خيال الإنسان. والآن ألا توافق معي - إذا - على ضرورة بغضها ورفضها معاً؟

#### برسنك

Robert Pirsig, (Zen and the Art of Motorcycle Maintenance).

من كتاب (زين وهن صياغة الدراجات) لروبرت بيزنك.



## قانون لامبير للانبعاث الضوئي

### LAMBERT'S LAW OF EMISSION

سويسرا / ألمانيا عام 1760

تناسب شدة إضاءة أي بقعة على سطح أي جسم خشن في أي اتجاه مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين اتجاه الإشعاع والمماس على سطح تلك البقعة.

#### معاور ذوات علاقة:

قانون بير لامتصاص الضوئي (BEER'S LAW OF ABSORPTION)،  
وقانون لامبير بير (The LAMBERT BEER LAW)، وقانون بوكار بير (THE  
(BOUGUER BEER LAW)

#### من أحداث عام 1760:

- تحالف الهنود الحمر من مواطني بلدة (جيروكي - Cherokee) مع القوات الفرنسية الغازية خلال حريهم الأخيرة وهاجموا مواطنيهم المتحصنين في قلعة (دوبز).
- احتل الروس برلين وأحرقوها
- بدا عضو مجلس الأمة الألماني (كاسبر فير - Cosper Faber) تحضيراته استعداداً لأول محاولة إنتاج لأقلام الرصاص تجارياً.

### نص القانون وشرحه:

ينص (قانون لامبير) للانبعاث الضوئي والذي يعرف كذلك (بقانون لامبير الجيبى)<sup>(1)</sup> أو

(1) الجيب والجيب تمام حدان رياضيان من حدود علم المثلثات الستة وهي - الجيب والجيب تمام (Sine & Cosine) والظل والظل تمام (Tangent & Cotangent)، والقاطع والقاطع تمام (Secant & Cosecant). (المترجم)

القانون الجيبي للانبعاث الضوئي على تناسب شدة الضوء<sup>(1)</sup> المنبعث عشوائياً من أي جزء من أجزاء السطوح متناسقة الخشونة مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين اتجاه الإشعاع والمماس لذلك السطح.

يقصد بالسطوح متناسقة الخشونة (وقد تسمى بالسطوح مثالية الانتشار) تلك التي تمتاز بخشونة عامة متماثلة (كقطعة الطباشير مثلاً أو قطعة من الخشب الخام)، بحيث يتم تبعثر الضوء الساقط عليها بالتساوي إلى كافة الاتجاهات مهما صغرت مساحته المضاءة. ولذلك تظهر كافة الأجسام (أو أجزائها) الخاضعة لقانون (لامير) الجيبي متساوية الإضاءة من كل الاتجاهات. وبإمكاننا صياغة هذا القانون بصور شتى منها:

– يتناسب مقدار الطاقة المشعة المقاسة من على سطح جسم مثالي الانبعاث مع جيب تمام الزاوية ( $\theta$ ) المحصورة بين خط النظر والعمود المقام على ذلك السطح، بمعنى تماثل شدة إضاءة أي بقعة من بقاع سطح متناسق الخشونة بالنسبة لأي مراقب لتلك البقعة.

ويمكننا تفسير هذا النص رياضياً بسهولة إذا اعتبرنا تناسب مقدار إضاءة أي جزء ظاهر من سطح ذلك الجسم مع جيب تمام الزاوية المنظور إليه من خلالها. وبالإمكان التعبير رياضياً عن (قانون لامير الجيبي) وصياغته كذلك كما يلي:

$$I_e \propto \cos \theta,$$

حيث يمثل ( $I_e$ ) شدة الضوء المنبعث و( $\theta$ ) الزاوية المحصورة بين خط النظر والمماس على السطح و ( $\propto$ ) علامة التناسب الطردي.

وإليك الأمثلة: يعكس لوح الخشب الخام قبل صقله الضوء الساقط عليه حسب القانون أعلاه، ويفقد خاصيته تلك بالصقل والطلاء لأنه عندئذ سيعكس وبوضوح أخاذ ما يحيط به من نقاط مضيئة إذا أحسن اختيار زاوية النظر إليه<sup>(2)</sup>.

(1) نفاس شدة الإضاءة بوحدة الإضاءة (فلكس - Flux) لكل زاوية قوسية كاملة. (المترجم).

(2) هل لاحظت برينق القطع الفضية والذهبية خلال زجاجة العرض في حانوت الجواهرجي وتلاؤمها تحت الأضواء المتتعة بعناية؟ - (المترجم).



تتصرف السطوح المعدنية والزجاجية المصقولة بعناية، ومثلها جبائر الجبس الممسوحة بالماء بطريقة مشابهة وتسمى (سطوحاً صقيلة) وتقاس الإضاءة المنعكسة منها بدليل إضاءتها ككل أي بوحدة الإضاءة المنبعثة من وحدة المساحة. تُعرّف خاصية الإضاءة ووحدتها (اللامبير) نسبة إليه، بشدة الإضاءة المنعكسة من على سطح بقيمة وحدة إضاءة واحدة (لومن - Lumen) للستيمتر المربع الواحد من ذلك السطح، تخليداً لذكراه.

### الفضوليين فقط:

- لقبه الفيلسوف الألماني المعروف [عمانوئيل كانت - Immanuel Kant (1724-1804)] بعظيم عباقرة ألمانيا.
- سهلت النظريات التي توصل إليها حساب مقاطع المخاريط الهندسية المستخدمة في حساب مدارات المذنبات.
- كان أول من اخترع المرطاب<sup>(1)</sup> والمطياف<sup>(2)</sup>.
- تبرز أهمية إنجازاته الكبرى وعبقريته اللامتناهية إذا ما عرفنا أنه نشأ باحثاً عصامياً، علم نفسه بنفسه ولم يدخل مدرسة قط!

### أقوال ماثورة:

- جعلت الكمال والسعادة نصب عيني كأجل أهدافي. أقنعت نفسي وآمنت أنه لا سبيل لامتلاك إرادتي ولا لشحذ همتي إلا بتنوير عقلي وتوسيع إدراكي.

لامبير

Johann H. Lambert, quoted in (Dictionary of Scientific Biography).

مقتطف من (معجم سير العلماء الذاتية).

(1) (Hygrometer) - المرطاب: جهاز قياس الرطوبة في الجو. (المترجم).

(2) (Spectrometer) - المطياف: جهاز قياس شدة الضوء وألوانه. (المترجم).

- بزّ (لامبير) معاصريه حينما تمكن من استيعاب المفهوم الهندسي بطريقة أهله لاستنباط الحدث في الهندسة حين بقوا هم أسرى المفهوم الفراغي لها، كما تمكن من هدم أسطورة الأبعاد الهندسية الثلاثة باستشرافه الثاقب لتوازي خواص الدوال الفيزيائية. ولا يزال كم الأسئلة الهائل المطروحة حول نظريته (الشاملة) موضوع بحث واهتمام إلى يومنا هذا، رغم صياغتها في النصف الثاني من القرن الثامن عشر.

#### فولتا

J. Folta: (Remarks on the Axiomatic Development of Mathematics in the Second Half of the Eighteenth Century

من كتابه (بديهيات تطور المفهوم الرياضي في النصف الثاني من القرن الثامن عشر).

### ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[ يوهان هنريخ لامبير (1777-1728) Johann Heinrich Lambert ] رياضي وفيزيائي سويسري من أصل ألماني، اشتهر بشغفه بالنسبة الثابتة ( $\pi$ ) وحساباتها وقوانينه في انعكاس وامتصاص الضوء.

يعتبر (يوهان لامبير) مثالا حيا للعالم العصامي موسوعي الميول متعدد المواهب، حيث نشر أكثر من (150) عملا في مختلف مواضيع الهندسة والاحتمالات والبصريات والفلسفة، والأرصاء والتنبؤ الجوي والتعدين، والفلك، ولقد امتد طموحه وتوسعت عبقريته حتى تمكن من ولوج عالم الفن واستطاع نشر تصوراتهِ حول الفنون والرسم!! أما حين سألَه (فردريك الأعظم) ملك بروسيا عن تحديد نوع المعرفة وجانب العلم الذي برع به وأحبه وملك ناصيته من بين كل حقول المعرفة والعلوم التي مارسها خلال حياته: أجابه بأدب جم وتواضع بالغ: جميعها!!.

ولد في مدينة (ملهاوزن - Mulhausen) والتي تسمى الآن (ملهاوس - Mulhouse) وتقع في مقاطعة (الازاس - Alsace) الفرنسية. اختلف الموسوعيون والمؤرخون في اعتباره عالما ألمانيا، أم سويسرياً من أصل ألماني أم ألمانيا من أصل فرنسي (وفضاً للنقاش اعتبرته شخصيا عالما ألمانيا وكفى...). تعتبر مدينة (ملهاوزن) مسقط رأس (لامبير) إحدى عشر مدن في



منطقة (الانزاس) والتي تمكنت من تحقيق استقلالها وتحالفها مع الاتحاد السويسري قبل أن يتم ابتلاعها من قبل فرنسا عام (1798).

ترعرع كأحد خمسة إخوة وأختين لحياط بسيط. تنوعت ثقافته منذ نشأته الأولى فدرس اللاتينية والفرنسية. كاد تحصيله الدراسي أن لا يذكر حيث عزف عن المدرسة ولما يبلغ عامه الثاني عشر واتجه لمساعدة والده في محل خياطته المتواضع، إلا أنه واطب على الدراسة الذاتية للعلوم والمعارف حتى بلغ السابعة عشرة من عمره حين أسعفه الحظ بالحصول على وظيفة سكرتير لمحرر إحدى الصحف المحافظة عند ذاك وهكذا تحسن دخله المادي قليلاً، فتنبس الصعده وتمكن من المواظبة على دراسة العلوم والفلسفة والرياضيات ذاتياً بعد ساعات الدوام. عكس خطابه التالي اهتمامه بعمله وسعيه الدؤوب لتحقيق غاياته واكتشاف ذاته وصقل مواهبها، ولم يكن قد بلغ العشرين من عمره بعد، حين كتب قائلاً:

((حرصت أن أقتني (عما كسبته من قليل مال) بعض الكتب وواظبت على محاولة فهم مبادئ الفلسفة وحددت هدفي ورسمت طريقي؛ إذ لا بد أن يكون تحقيق سعادتي الذاتية وتدريب نفسي وقسرها على بلوغ الكمال في كل ما أفكر به وأحاول إنجازَه، غاية أهدأفي. لقد درست كتاب (السيبل لاكتشاف قوى الفكر البشري) لـ (كرستيان وولف - Christian Wolff)، وكتاب (في سيبل البحث عن الحقيقة) لنيكولاس ملبرانش - (Nicolas Malebranche)، كما قرأت كتاب (مقالات في تفسير السلوك والفهم الإنساني) لجون لوك - (John Locke). ولقد زودتني دراساتي العميقة للجبر والرياضيات بالوسائل والسبل التي اعتمدت عليها لاختبار والتأكد من سلامة كل ما تعلمته، بهذه الطريقة تمكنت ليس فقط من سبر أغوار العديد من العلوم بسهولة وبعمق منقطعي النظر وإنما تمكنت كذلك من إفهامها للغير)).

انتُخب (لامير) عضواً في المجمع الأدبي لمدينة (شُر - Chur) حينما حل بها وكانت مازال عضواً في الاتحاد السويسري، كما انتُخب عضواً في المجمع العلمي للاتحاد ومقره مدينة (بال - Basel) عندما انتقل إليها أيضاً، كما واطب على إجراء تجاربه وتسجيل

ملاحظاته حول الأرصاد والتنبؤ الجوي بانتظام كأحدى مسؤولياته آنذاك. واستمرت نجاحاته فنشر عام (1755) أول أبحاثه ونظرياته حول قياس كميات الحرارة، كما نشر عام (1758) كتاباً رائعا حول خواص الضوء وتباينها عند اختراقه لمختلف المواد، هذا الكتاب السذي الذي سرعان ما لحقه بكتاب ثان عنوانه (فوتومتريا - Photometria) أو (قياسات في الضوء) والذي يعتبر بدوره من أشهر كُتبه على الإطلاق لأنه تضمن كافة أعماله وتجاربه حول الانبعاث الضوئي التي حمل قانونها اسمه إلى اليوم.

كتب (كرستوف سكريبا - Christoph Scriba) في مشاركته حول إنجازاته في موسوعة (سير العلماء الذاتية) يقول: [ لقد أجرى (لامبير) تجاربه وأنجز أبحاثه اعتمادا على النزر اليسير من الآلات البدائية والأدوات المحلية، ولكنه استطاع التوصل إلى استنتاجات، ووضع قوانين لاتزال تفخر بحمل اسمه إلى اليوم، فبرغم ريادة (بوكار - Bouguer) في اكتشاف موضوعه (الأقول الأسي لشدة سطوع حزمة ضوئية مارة خلال وسط متجانس الشفافية، إلا أنها وإلى الآن تحمل اسم (لامبير). وستُعرف - من خلال هذا الفصل - بـ (قانون لامبير الجيبي) والذي ينص على تناسب شدة سطوع سطح متجانس (للإشعاع) مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين خط النظر إليه والمماس المرسوم على سطحه].

ويعزى (لسكريبا) قوله بإقران اسم (لامبير) بقانون الامتصاص الضوئي رغم حقيقة سبق الفرنسي (بوكار) له باكتشافه، ولذلك قصة سيأتي ذكرها في الفصل الثالث من هذا الكتاب (بإذن الله).

أما ملخص القصة فيذهب إلى القول باعتكاف ودأب الرياضي الفرنسي [ بيير بوكار (Pierre Bouguer 1698 - 1758) ] على دراسة الضوء وكشف خواصه حتى تمكن في عام (1729) من توليف صيغة مقبولة لقانون امتصاص ضوئي نصت على: (تناسب جزء الضوء الممتص من قبل أي مادة يمر بها مع سمكها). عُرِف (بوكار) في بحثه المنشور في عام (1729) والموسوم بـ [ Essai d'optique sur la Gradation de la Lumiere ]، (تجارب عينية حول تدرج سطوع الضوء)، كمية ضوء الشمس الواصل إلى الأرض وفسر تشتته كنتيجة



لمروره بطبقات الجو العليا. ولعل من المناسب جداً اعتبار ريادة السبق في اكتشاف ما يعرف اليوم بقانون (بير) حقاً شرعياً (لبو كار) هذا. ولقد لعبت شهرة (لامبير) وذيوع صيته العلمي دوراً كبيراً أهله إلى إعادة صياغة وتثبيت ونشر قانون (بو كار) السابق باسمه بالنظر لمكانته ونفوذه في ذلك الزمان. وحسماً للإشكاليات التي غالباً ما تصاحب الاكتشاف المتزامن لحقائق علمية محددة فقد قام [أوكست بير (1863-1825) August Beer] بإعادة نشر الصيغة المثالية لقانون الامتصاص الضوئي موضوع البحث والذي صار يعرف (حسماً للجدل) بقانون (بير - Beer's Law)، وقانون لامبرت - بير (The Lambert-Beer Law)، وقانون بو كار - بير (The Pougner-Beer Law) على قدم المساواة وبإمكانك الرجوع إلى مفردة (قانون بير) في هذا الكتاب للاطلاع على التفاصيل.

ولزيادة الفائدة لا بد من التنويه إلى أن تصميم العلماء ودأبهم على إعادة التجارب والتأكد من نتائجها وتصحيح ما زاغ منها وإعادة تسجيل ملاحظاتهم عنها في كل مرة، قد هداهم إلى الاستنتاج بوجود اعتماد عوامل إضافية وثوابت جديدة لحساب مقادير امتصاص كمية الضوء إذا ما مر في مواد سائلة.

نشر (لامبير) في عام (1761) نظرياته عن الكون وترتيب الكواكب في كتابه الموسوم: (Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues)، أي (رسائل فلكية في احتمالات وحتمية تنظيم نسق الكون)، خط فيه تصورات وافتراضاته عن حتمية وجودنا في عالم محدود السعة يحوي مجرات ونجوماً اعتقد جازماً بضرورة وجود الحياة (بشكل أو بآخر) عليها. ولم يستثن وجود الحياة لا على الكواكب ولا الأقمار ولا حتى المذنبات والشهب في عالمنا هذا. لقد أكد (لامبير) تصورات وبنشرها في دورية (مختصرات فلكية) قائلاً:

((لا أشك مطلقاً بحكمة الخالق (عز وجل) وعظمته وقدرته على وضع الحياة والقوى

الفعالة ونشرها على كل حبة رمل، وعلى من يرغب في الاهتداء إلى تصور صحيح

لطبيعة الكون ومحتوياته أن يسلك طريقاً صحيحاً في التفكير بإرادته (جل وعلا) أولاً

وبأنه القادر فعلاً على بسط قدرته ومدّها لجعل كل ما نراه من الأجرام الفلكية في

السماء مفعمة بالحياة. ليس بالضرورة أن تكون حياة كالتى نألفها أو كالتى نعيشها نحن على الأرض ولكنها أشكال حياة من التنوع والتغاير، تتناسب مع ما تسمح به قوانين الكون المتنوعة والمختلفة)).

ويرى (لامبير) أن الإله القادر (سبحانه) يملك نشر بذور الحياة مهما تباينت أجناسها عبر الكون وبإمكانه (سبحانه) إسكان الأشكال البشرية وشبه البشرية و(غير البشرية) في كل مكان. ولغرض الإبقاء على ما خلقه من حياة فبقدرته أن يوفر لها الحماية وأن لا يسمح (إلا فيما يندر) بحدوث الاصطدامات الكوكبية أو الكوارث الكونية كالتحامها ببعضها أو تدميرها بالنيازك. ومن الجدير بالذكر أن الفيلسوف الألماني [كانت (1724 - 1804) Kant] كان قد شارك (لامبير) تصوراته حول الوحدات الجزئية لبناء الكون بطريقة التكامل. بمعنى اجتماع الكواكب لتكوين المجاميع الشمسية والتي تتجمع بدورها لتكوين كيانات أكبر وهو ما نسميه اليوم بالمجرات والسدم والتي بدورها تنتظم بمجاميع أكبر وأعظم.... وهكذا إلى ما شاء للذهن البشري أن يمتد بتصوره لذلك.

ركّز (لامبير) جهوده الفلسفية على مواضيع عدة منها - طبيعة المعرفة الإنسانية، والفكر البشري، والمنطق الرياضي، وطرق الإثبات العلمية. أما في حقل الرياضيات فلقد اشتهر بكونه أول من أثبت أن (النسبة الثابتة للدائرة) هي عبارة عن كسر دوري، ولا تفسير منطقي لذلك، بمعنى استحالة وضعه كنسبة بين رقمين كاملين. كما اهتم (لامبير) كذلك بالألوان وتناسقها، وقد بلغت عبقريته في هذا المجال أن توصل لابتكار طريقة ذكية مدهشة لترتيب الألوان وذلك باستنباط موضوع الهرم الثلاثي الملون. لهرم (لامبير) الثلاثي قاعدة يحتل اللون الأسود مركزها بينما تتلون أقطابها الثلاثة بالألوان الأحمر والأصفر والأزرق، ترداد الألوان بريقاً ولعناً كلما ارتفعت إلى قمة الهرم حتى تمتزج جميعها عند رأسه فيظهر بلون أبيض ناصع. اقترح (لامبير) استخدام هرمه الملون من قبل تجار الأقمشة وصناع الأنسجة لتقرير الألوان التي يتداولونها وآمن بإمكانية هرمه هذا من طرح تصور أوضح للطباعين والفنانين والرسامين في اختياراتهم لألوانهم وإحكام تناسقها.



وضع صاحبنا في عام (1772) تصوره الفذ لابتكار طريقة جديدة لرسم الخرائط بطريقة (الإسقاط - Map Projection) وهي الطريقة التي تُعرف اليوم بأسلوب (لامبير) للإسقاط المخروطي (Conic Projection)، حيث تمتاز هذه الطريقة بإيجاد تماثل ممتاز بين الخرائط المرسومة على نموذج (للكرة) الأرضية وبين حقيقتها (المسطحة) على الأرض.. وما زال الرسامون والمصورون وإلى يومنا هذا يستخدمون (إسقاطات لامبير) ويعتبرونها من أفضل الإسقاطات لرسم أقطار الكرة الأرضية، لاسيما تلك الواقعة على خط الاستواء وخطوط العرض القريبة منه شمالا وجنوبا إذا ما رسمت بمحاور شرقية - غربية الاتجاه.

توفى (لامبير) عازيا في برلين عن عمر يناهز التاسعة والأربعين نتيجة لإصابته بداء السل الرئوي. أُطلق اسمه على إحدى فوهات القمر بقطر (30 كيلومترا) ووثق ذلك من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1935)، كما أُطلق اسمه كذلك تكريما له على إحدى الفوهات الكبيرة الموجودة على سطح (كوكب المريخ).

تقمّصت فكرة الخوف من غزو فضائي للأرض حياة (لامبير) وتفكيره، وصار يحسب ويكتب احتمالاتها وأخطارها على الجنس البشري، قارنا ذلك بولعه الشديد بقوة العلم وما قد يكون رد فعله تجاه ذلك، إضافة إلى اهتمامه الواضح بكل ما يمت للعلم والعلماء من صلة. علقت الكاتبة (سارا شيشنر - Sara Schechner) على مخاوف (لامبير) وغيره من علماء تلك الحقبة في كتابها الشهير (حول المذنبات والحضارة وميلاد علم التنجيم الحديث) تقول:

((استقى الفلاسفة والمنجمون في تلك الفترة الزمنية شعابا جديدة من مصادر القوة واستلهموا رواقد مبتكرة من النفوذ والسلطة استناداً إلى رسوخ الاعتقاد بعلاقة الكواكب والنجوم والنيازك ببداية ونهاية الحياة على هذا الكوكب! فلما كانت هذه المذنبات - حسب اعتقادهم - أدوات شيطانية غايتها تدمير العالم والاقتصاص منه أو (على الأقل) إعطائه النذر والتحذيرات لتدارك خطايه وتلافيها، فلقد أصبح للمنجمين والفلكيين (وبحكم اضطرارهم بدراسة مسارات الكواكب والنجوم وخطوط سير المذنبات ومتى قد تسقط الشهب) صوتاً مسموعاً ورأياً مهماً خصوصا

فيما يتعلق بصحة هذه النبوءة أو تلك)).

كتب (لامبير) في عام (1761) آراءه حول هذه المزايم والاعتقادات في دورية (الموجز في التنجيم) قائلا:

((كنت ولازلت اعتقد بأهمية الفلكيين والمنجمين ودورهم (كأنبياء مختارون) جدد لإنقاذ العالم، كما كنت ولازال أؤمن أن في اختراع التلسكوب وسرعة غزو علم الفلك لمقدمات للنذر والكوارث القادمة وإلا كيف يمكنك أن تفسر هذا الكم من المعلومات وتراكمها في هذه الحقبة الزمنية بل وكيف يمكن للإلهام والوحي أن يصب في خاطر (كوبرنيكوس) تصويره حول تشكيل الكواكب ومداراتها، وكيف أوحى (لكبلر) قوانينه واشتقاقاتها، بل ومن ألقى في روع (نيوتن) تلك الهاجسة المزعجة حول قوة الجذب وسيطرتها على مسارات الشهاب ومدارات النيازك، لا تحيد عنها كما لا تحيد الكواكب والأقمار عن مداراتها؟ وإذا حدث وأن حادت فإن احتمالات تصادمها وتشظيها لا تبتعد عن تفسير قانون الجاذبية ذاته أيضاً؟! أعتقد جازماً أن كل ما سبق لابد وأن يصب في صالح الإنسان ويساعد جنسه البشري على استباق التنبؤ بالكوارث والأزمات الكونية، وقد يساعده فعلاً على البقاء على قيد الحياة واستمرار رسالة البشرية والمحافظة على (بذرة) الخلق فيها، حتى وإن قُدر للأرض أن تتبدل وتغير أو تُحصى وتُلمر!!)).

### مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Folta, J., "Remarks on the Axiomatic Development of Mathematics in the Second Half of the Eighteenth Century," *DVT-Dejiny Ved u Techniky*, 6: 189-205, 1973.

Lambert, Johann, *Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues* (Augsburg, 1761).

Schechner, Sara, *Comets, Popular Culture, and the Birth of Modern Cosmology* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1999).

Scriba, Christoph, "Johann Lambert," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).



## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• لم تُرنا الطبيعة إلى الآن إلا طارف ذيل الأسد، أنا أو من بضخامته وموقن من وجوده رغم عجزى عن رؤيته كاملاً بلمحة واحدة. نحن نرى الأسد بعين البعوضة الجائمة على طارف ذيله، ليس إلا.

اينشتين

Albert Einstein to Heinrich Zanger, March 10, 1914

من رسالة (لايبرت اينشتين) إلى (هنريخ زانجر) في 10 مارس (آذار) 1914.

— في محاولتنا لتطويع الحقيقة الفيزيائية للفهم وصياغة قوانينها، هُدينا إلى مجموعتين:—

1 — الأولى هي مجموعة القوانين الوضعية التي تُفسر تصرف مختلف الكميات الفيزيائية، وتصاغ عادة على شكل معادلات تفاضلية.

2 — والثانية هي مجموعة الحدود التي تبيننا بما يمكن أن يحدث في بعض جهات الكون خلال لحظات معينة من الزمن.

يدعي معظم الناس أن العلوم برمتها لا تتعدى المجموعة الأولى وستبلغ الفيزياء النظرية هدفها عندما ننجح في صياغة المجموعة الكاملة لقوانينها الوضعية.

هاوكنج

Stephen Hawking, (Black Holes and Baby Univers).

ستيفن هاوكنج من كتابه (الثقوب السوداء والكون الرضيع).

• العلم كالحياة — كلاهما عتقوان<sup>(1)</sup> يُعثان من رمادهما — تحقق الحقائق الجديدة قوانيننا القديمة، ثم

(1) Phoenix — طير خرافي مقدس من الأساطير التي تعود إلى (الفينيقيين - Phoenicians) وهم سكان لبنان القدماء وقد نسبوا إليه، كما ذكر في الأساطير الصينية والمصرية القديمة المقدسة كما جاء ذكره في الميثولوجيا الإغريقية. تمتاز العنقاء (وهي الترجمة العربية والفارسية له) وكما جاء ذكره في (ألف ليلة وليلة) بريشها الملون البراق وذنبها الذهبي العملاق تعيش العنقاء من 500-1500 سنة تبني لنفسها في نهايتها عشاً وتحرق نفسها داخله حتى تتحول معه إلى رماد، ما تلبث أن تُبعث منه من جديد كعنقاء فية لتعيش فترة جديدة تساوي سابقتها. تقول الأساطير الفرعونية القديمة بأن بيضتها توجد في مدينة (هيليوبولس - Heliopolis) الفرعونية المقدسة. وهو اسم يطلق على إحدى الولايات المتحدة الأمريكية اليوم. (المترجم).

في لحظة من التجلي والإلهام يلتئم البائد بالتليد، فتولد قوانين حديثة من جديد.

جيمس

William James, (The Will to Believe and Other Essays in Popular Philosophy).

وليام جيمس (إرادة الإيمان ومقالات مبسطة في الفلسفة).

• لا نبخس (نحن الماديون) حق الأفكار وقدرتها أبدا. نوؤمن فقط أنهم بنات بررة لعصبونات الدماغ،

وهذا الدماغ - ببساطة لا يحتاج معجزة لعمله!

كروز

Frederick Crews, (Follies of the Wise), Skeptical Inquirer,

Morchl/ April, 2007. فردريك كروز من (غباء الحكماء) دورية سكبتكال

انكوايرور عدد آذار/ نيسان 2007.



## قانون بود لمسافات الكواكب

### BODE'S LAW OF PLANETRY DISTANCES

ألمانيا، 1766

– يمكن توقع معدل المسافة بين الكواكب وشموسها باستخدام علاقة رقمية بسيطة.

#### معاور ذوات علاقة:

– الفلكي (جوهان دانيال – JOHANN DANIEL)، و (قانون تاييتوس – بود – THE TITIUS-BODE LAW)، والفيزيائي السويسري ألماني الأصل (جوهان هنريخ لامبير – JOHANN HEINRICH LAMBERT).

من أحداث عام 1766:

أتم المساحان الإنكليزيان: (شارل ميسن – Charles Mason) وجرميا دكسن – (Jeremiah Dixon) رسم الخط الرابط بين ولايتي بنسلفانيا وميريلاند الأمريكيتين، واعتُبر هذا الخط حداً فاصلاً بين منطقتي الأحرار والعبيد في الولايات المتحدة الأمريكية.

#### نص القانون وشرحه:

يُبين قانون بود (والمعروف أيضاً بقانون تاييتوس – بود) العلاقة التي يحسب بموجبها معدل بعد الكواكب عن الشمس، ولتوضيح ذلك دعنا نأخذ المتوالية الحسابية البسيطة (...، 48، 24، 12، 6، 3، 0) والتي تبين أن كل رقم فيها مساوياً لضعف سابقه والآن أضف الرقم (4) لكل رقم واقسم الحاصل على (10)، ستحصل بذلك على المتوالية الحسابية التالية:

(...، 77.2، 38.8، 19.6، 10.0، 5.2، 2.8، 1.6، 1.0، 0.7، 0.4) وهكذا.

والآن ألا تجد أنه من المدهش (بل ومن العجيب حقاً) أن ينص قانون بود: على أن هذه المتوالية البسيطة هي التي تحكم معدل المسافة  $D$  – التي تفصل الكواكب المعروفة آنذاك عن الشمس، بل وتطلقها لحساب بعد أي من الكواكب الدائرة في فلكها والذي قد يُكتشف مستقبلاً. وحدة القياس هنا هي ما يُعبر عنه [(بالوحدة الفلكية – وف)، (– Astronomical Units – A U)]،

وتعرّف الوحدة الفلكية بأنها معدل المسافة بين الأرض والشمس والتي تبلغ ما يقارب (92 960 000 ميلاً) والمساوية لـ (149 604 970 من الكيلومترات)، فعلى سبيل المثال: يقع عطارد (أقرب أجرام مجموعتنا الشمسية إليها - المترجم) على بعد ثلث وحدة فلكية من الشمس ويدور بلوتو الكوكب التاسع في عائلتنا الشمسية على بعد (39) وحدة فلكية عنها.

يُكتب قانون بود رياضياً على الشكل التالي: ...  $D = (N + 4) / 10$

حيث:  $N = 0, 3, 6, 12, 24, 48, \dots$

كما بالإمكان كتابته على الشكل التالي:  $D = A + BC^n$

حيث  $A=0.4, B=0.3, C=2, n=0,1,2,3,4, \dots$ ، وهكذا

أول من اكتشف هذه العلاقة هو الفلكي الألماني [يوهان دانيال تاييتيوس - (1796 - 1729) Johann Daniel Titius] من مدينة (وتنبرك - Wittenberg)، ويمكن (بود) من نشرها بعد ست سنوات من اكتشافها. كانت توقعات القانون مدهشة حقاً في حينها، حيث إن الأرقام المحسوبة لبعده الكواكب المعروفة آنذاك أوشكت أن تطابق التكهّنات الرياضية. (لاحظ جدول المسافات بالوحدات الفلكية).

جدول رقم 5: المسافات التي تفصل مختلف كواكب مجموعتنا الشمسية عنها مقدرة

بالوحدات الفلكية وف - Astronomical Unit AU

دقة حسابات قانون بود بـ (الوحدات الفلكية)			
المسافة الحقيقية	المترق	حسابات بود	الكوكب
0.39	0.4	0.4 + 0 (0.3)	عطارد
0.72	0.7	0.4 + 1 (0.3)	الزهرة
1.00	1.0	0.4 + 2 (0.3)	الأرض
1.52	1.6	0.4 + 4 (0.3)	المريخ
2.77	2.8	0.4 + 8 (0.3)	سيرس
5.20	5.2	0.4 + 16 (0.3)	المشتري
9.54	10.0	0.4 + 32 (0.3)	زحل
19.19	19.6	0.4 + 64 (0.3)	يورانيوس
30.07	38.8	0.4 + 124 (0.3)	نبتون



فمثلاً كان بعد عطارد (0.39) وحدة، والزهرة (0.72)، والأرض (1.0) بالطبع، والمريخ (1.52)، والمشتري (5.2)، وزحل (9.55)، ولما اكتشف يورانوس عام (1781) وجاء معدل بعده عن الشمس مساوياً لـ (19.2) وحدة وبتوافق كبير مع (قانون بود)، اعتبر العلماء والفلكيون ذلك نصراً مؤزراً للقانون ودليلاً ساطعاً على صحته ودافعا أكبر لاعتماده، أضف إلى ذلك أنه باكتشاف الجرم (سيرس - Ceres)<sup>(1)</sup> عام (1801) بمعدل مسافة مدارية مقدارها (2.77) وحدة فلكية وهو الرقم الذي (يجسر) على ما يبدو هوة الخطأ في حساب المسافة الفاصلة بين المريخ والمشتري عن الشمس انبهر الفلكيون لهذا التطابق المذهل بين الواقع والحساب، دفع هذا النجاح الظاهري المذهل (لقانون بود) العلماء إلى التنبؤ بوجود جُرم سماوي كبير يتبع مجموعتنا الشمسية ويقع ما وراء (يورانوس) على مسافة مقدرتها بـ (28.8) وحدة فلكية. ولكن على عكس المتوقع ومما أدهش فلكيي تلك الحقبة أن يظهر كل من نبتون (المكتشف عام 1846) على مسافة مقدارها 30.07 وحدة وبلوتو (المكتشف عام 1930) على مسافة مقدارها 39.5 وحدة، وفي ذلك زيغ بين عن المسافة المتوقعة لظهورهما وهي 38.8، 77.2 وحدة فلكية على التوالي! وهنا لابد أن ألفت نظرك إلى أن قيمة الـ (38.8) وحدة المقترحة تقارب الـ (39.5) الحقيقية لبلوتو، ولكأنما أغفل (قانون بود) موقع (نبتون). أطلق (اتحاد الفلكيين العالمي) في عام (2006) تسمية جديدة على كل من سيرس وبلوتو وهي (الكواكب الأقزام).

حار الفلكيون في تفسير قابلية هذه المتواليّة العددية البسيطة على التنبؤ بحقائق هائلة في نظامنا الشمسي، وآمن بعضهم بصحتها حتى أنهم ألحوا إلى أن زيغ مسافات كل من (نبتون)

(1) Ceres - كان يسمى (Ceres 1) وهو أصغر (كويكب) في مجموعتنا الشمسية ويقع في منطقة (الحزام الكويكبي - Astroided Belt) التي تحتل المسافة ما بين كوكبي المريخ والمشتري ويكون (33%) من كتلته. اكتشفه الكاهن والرياضي والفلكي الإيطالي (كيوسب بيازي - Giuseppe Piazzi) في اليوم الأول من شهر كانون ثاني (يناير) من عام (1801). لقد ظل هذا (الكويكب) يعتبر الكوكب الثامن التاسع لمجموعتنا الشمسية ولمدة نصف قرن. و (Ceres) هو اسم الآلة الرومانية الموكولة بالزراعة والإنبات والحصاد والحب (الأمومي). وسيرس هذا هو أكبر كويكب كروي منتظم بلب صخري وقشرة جليدية معروف - ولحد الآن - في مجموعتنا الشمسية. (المترجم).

و(بلوتو) عن قيمهما المحسوبة. بموجب هذا القانون ما هو إلا دليلا على أن هذين الجرمين لم يعودا يحتلان مداريهما الطبيعيين في نظامنا الشمسي!

أما اليوم فيخامر التحفظ كثيرا من العلماء حول دقة ومصداقية (قانون بود)، ويؤكد آخرون أنه لا يرتقي حتى إلى مستوى القوانين كونية التطبيق كغيره من قوانين هذا الكتاب! ولعل الحساب الدقيق سيظهر (يقول آخرون) إن نتائجهم لم تكن إلا تقريبا عاما أو حسابا لا يتعدى احتمال الصدفة المحضة.

لعلنا نجد في نظرية (الرنين المداري - Orbital Resonance) تفسيراً لتوزيع الكواكب حول الشمس يواسينا عما أصبنا به من خيبة أمل بخصوص ما سبق! وهنا يؤمن بعض الفلكيين بنظرية (الرنين المداري - Orbital Resonance) والذي يفترض حدوثه عند وجود جرمين يدوران بمدارين متناغمين برقم بسيط صحيح، عند ذاك يُسلط الجرمين، أحدهما على الآخر قوة جذب ثابتة. يُحتم وجود هذه الظاهرة بين الأجرام الدائرة حول الشمس وجود مجالات ومدارات لا تتمتع بصفة الاستقرار على المدى البعيد، وكثرة هذه المدارات غير المستقرة حول الشمس هو ما يفسر دوران الأجرام المعروفة في مداراتها الحالية واستقرارها فيها إلى أبد غير منظور.

### للفضوليين فقط:

• يعود الفضل في تسمية الكوكب السابع في مجموعتنا باسمه الحالي (يورانوس) لبود، وهو اسم أحد الآلهة في الميثالوجيا الإغريقية. دأب يورانوس - Uranus - (الإله) على مضاجعة (الآلهة جايا - وهي الآلهة الأم - الأرض) كل ليلة حتى ملت منه، كما حرص على حبس كل أبنائه الصغار منها داخلها خوفا منهم ومن انتقامهم لأهمهم منه. ضاقت (جايا) الأم ذرعا بزيارات (يورانوس) الليلية المتكررة والمزعجة فعمدت إلى الحيلة لتخلص نفسها من هذا الزائر الممل ولتحرمه لذة الأبوة لبنيه منها إمعانا في انتقامها منه.

ابتكرت (جايا) فكرة إغراء أحد أولادها وهو (كرونوس - Cronus) ليخدع أبيه



ويخصيه على أن يرمي بخصيته الممزقتين إلى جوف المحيط. دأب (يورانوس) منذ ذاك على الخوض في المحيطات بحثاً عنهما، وعرف منذ ذلك الحين باله المحيطات ولم يُر بعدها إلا وفي يده شوكة صيداً.

## أقوال مأثورة:

— لم يتمكن البروفيسور (بود) من تفسير قانونه ولا كيف يعمل ولكن كل من استطاع الجمع والضرب أيقن وبدون أدنى شك بصحة هذا القانون بالفعل.

لي

Willy Ley, (Watchers of the Skies).

مقتطف من كتابه (مراقبو السماء).

— قانون بود: لا هو بقانون ولا هو لبود!

لتمان

Mark Littmann, (Planets Beyond)

مقتطف من كتابه: الكوكب الأبعد.

— لا يوجد ما وراء المريخ إلا الفراغ ولم يفلح العلماء لحد الآن في رؤية أي جرم هناك، فهل يُعقل أن يُفعل خالق الكون (سبحانه) هذا الفضاء ويترك هذا الفراغ خالياً؟ بالطبع لا! فابحثوا عما هنالك!

بود

Johann Bode, (Instruction for the Knowledge of the Starry Heavens)

يوهان بود - من كتابه - إرشادات لمعرفة أسرار السماوات ونجومها.

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

ولد الفلكي الألماني [يوهان الرت بودوه - كما يلفظ بالفرنسية - Johann Elert Bode (1747-1826)]، والذي اشتهر بصياغته للقانون المعروف باسمه والذي

يبين تناسب بُعد بعض الكواكب عن الشمس بأعداد بسيطة، في مدينة (هامبورك - Hamburg) بألمانيا لأب ألماني اشتغل بالتجارة. لا نعلم الكثير عن صباه ولكننا نعلم انه اشتهر بعيد عام (1768) بعد نشره لكتابه ذائع الصيت (Anleitung zur Kenntnis des Gestirnten Himmels)، (إرشادات لمعرفة أسرار السماوات ونجومها) حيث تضمن هذا الكتاب الشروح التفصيلية لقانونه الشمولي لحساب مسافات الكواكب عن الشمس والذي أغفل فيه - عن عمد - ذكر مكتشفه الحقيقي الفلكي الألماني (يوهان تاييتيوس - Johann Titius).

لم يدرك (تاييتيوس) أهمية اكتشافه للوهلة الأولى فكل ما سجله بشأنه كان ملاحظة صغيرة عابرة دُيِّلت بها إحدى صفحات ترجمته الألمانية لكتاب عالم الطبيعيات (شارل بونيت - Charles Bonnet) المعنون - فهم الطبيعة - (Contemplation de la Nature). لعبت الصدفة دورها فاكتشف (بود) تلك الملاحظة وحشرها في طبعته الجديدة لكتابه في الفلك بلا أدنى إشارة إلى (تاييتيوس). كتب مارك ليتمن (Mark Littman) في كتابه (ما وراء الكواكب: قصة اكتشاف النظام الشمسي الخارجي) يصف ما حدث بقوله:

((من المنصف الجزم بأن تلك الملاحظة الفذة التي توصلت إليها عبقرية (تاييتيوس) والتي طُمرت بين صفحات كتاب لمؤلف آخر لم تكن لترى النور لولا أن صادف وعثر عليها (بود). كان (بود) شاباً مفعماً بالحياة، ألمعي الذكاء جاهد لتعليم نفسه ذاتياً فلم يكذب يبلغ عامه الحادي والعشرين حتى أبهر العالم بكتابه الشهير (إرشادات لمعرفة أسرار السماوات ونجومها) وحاز إعجابه. حصل بود في عام (1772) على وظيفة (المحرر) لدى الأكاديمية الألمانية للعلوم، فعمل جاهداً لإعادة صياغة وإخراج دوريتها المعروفة (حوليات الفلك) والتي كانت ضعيفة التوزيع هزيلة الربح حينما استلمها. استطاع بجهوده الجبارة ومثابرته أن ينقذ تلك الدورية من خسائرها المالية المتركمة حتى حققت أرباحاً ملفتة، أما كيف تم له ذلك فكان من خلال إعادة تحرير مقالاتها وتصحيح أخطائها وإعادة إخراجها إضافة إلى تطعيمها بما جد من أخبار العلم



والعلماء حول العالم. وبعد نجاحه في إنقاذ (حوليات الفلك) تعاقدت أكاديمية برلين للعلوم معه على إجراء بعض الحسابات الرياضية المعقدة وعينه مديراً المرصد برلين. نشر في عام (1801) - وكان لا يزال على رأس إدارة المرصد - كتابه ذائع الصيت (الشامل - Uranographia)، وأقل ما يقال عن (الشامل) هذا هو أنه أطلّس أسر الجمال رائع الإخراج حرص (بود) فيه على إظهار مواضع كافة الكواكب والأجرام السماوية على صفحة السماء بأسلوب فني أخاذ، كما ذيله بلوحات فنية تمثل كافة التجمعات الشمسية الممكن رؤيتها من الأرض على صفحة السماء. تجلت عبقرية المؤلف والفنانين الذين استعان بهم وبقابليتهم الفذة ودقهم البارة على إظهار كافة النجوم والكواكب، وقد طبقت أماكنها في أجسام الأبطال وأجزاء الحيوانات ومعالن الشخصيات الأسطورية والميثولوجية التي تمثلها بتناسق وتناسب مذهلين بين تلك التجمعات النجمية والتفاصيل التي تحمل أسماءها. نجح هذا المشروع أيماناً لنجاح الأمر الذي أغرى (بود) بإصدار تسمياته وتصويراته الخاصة عن المجاميع النجمية آنفة الذكر وأحقها في أطلّسه بل موسوعته المسماة (الشامل)، فمثلاً عمد إلى إطلاق اسم الآلة الكهربائية على إحدى التجمعات وقرنها برسم لمولّد كهرباء ستاتيكي. لم تبلغ تصورات (بود) ورسومه درجة الروعة والكمال الذي ابتدعتها العبقرية الرومانية بتصوير الآلهة الخوارق وإطلاق أسمائها وإسقاط مشاهدتها على الكواكب والأجرام ولذا سرعان ما وجدت (بجاميع بود) ورسوماته طريقها سريعاً إلى زاوية النسيان)).

تضمن (الشامل) ثمانى عشرة خارطة نجمية وإسقاطان قطبيين مع بعض التصحيحات التي تسمح بإظهار التجمعات النجمية غير ثابتة الظهور. وثق هذا السفر الفريد ما يقارب من (1700) نجمة، و (2500) سديم وجمع صوراً ومواقع واحتوى أسماء كافة الأجرام التي سبق اكتشافها ورسمها خلال القرون السالفة.

يؤرخ (الشامل) كذلك لنهاية الحقبة الزمنية الطويلة التي دأب الفنانون والفلكيون خلالها على رسم وضم كل التجمعات النجمية في مجلد واحد، لأنه مع ضخامة هذا العمل

وتضخمه،... لم يعد بالإمكان اعتباره المرجع الموحد والوحيد لدراسة الفلكيين المحترفين والهواة على قدم المساواة، إذ سرعان ما تنازل هذا العمل الضخم الموحد (والذي ضم بين دفتيه كافة الأجرام بلا استثناء وقد أسقطت على مواضعها تحف الرسوم الفنية للشخصيات والأبطال الأسطوريين) عن مكانته وفقد شعبيته ومبيعاته لصالح بناته من صغريات الأطالس وملحقات الكتب المصورة والتي حوت الواحدة منها عددا متواضعا، سواء من المجاميع النجمية أو من الصور التوضيحية المرافقة لها.



المجموعة النجمية المسماة بكوكبة العذراء (Constellation Virgo). مقتبسة من كتاب وأطلس نجوم يوهان بود للسمي بـ (الشامل - Uranographia) والنشور في عام (1801).

عمل بود سوية مع [يوهان هنريخ لامبير (1777-1728) Johann Heinrrich Lambert] (انظر قانون لامبير للانبعاث الضوئي) على إصدار (الكتاب الفلكي السنوي) وبعد ذلك أصدر معا (كتاب برلين الفلكي السنوي)، هذا التقويم السنوي الرائع الذي واطبا على إصداره حتى وفاة (بود) في عام (1826).

اكتشف عالمنا القدير خلال حياته العديد من السدم والتجمعات النجمية ولعل شهيته لذلك قد تعدت حدودها لدرجة أنه أضاف من عنده وبلا تمحيص العديد من تلك



الأجرام الكونية والتجمعات الفلكية التي لا وجود لها في الواقع. بلغ عدد الأجرام السماوية التي ادعى (بود) اكتشافها وثبت أمكنتها (كذباً!) على خرائطه الفلكية عشرون جرماً! لم يكن لأي منها... ولم يستطع أحد بعده أن يثبت لها أي وجود! ومع ذلك لا يمكن إغفال فضله في مراقبة العديد من المذنبات ووصفها، واستطاعته حساب مداراتها وإثباتها فعلاً في موسوعته.

لقد أعجب (بود) أيما إعجاب بالكوكب الجديد (يورانوس - Uranus) والذي كان قد اكتشفه الفلكي الإنجليزي (ألاني المولد) [وليام هرشل (1738 - 1822) William Herchel] في عام (1781). ومن الطريف أن تبوء كل جهود هرشل هذا (وهو المكتشف الشرعي للكوكب) لتسميه الكوكب الجديد على هواه بالفشل، فلقد حاول جاهداً منذ البداية إطلاق اسم (نجمه جورج - Georgium Sidus) عليه تيمناً (بالمملك جورج الثالث) ملك بريطانيا في تلك الفترة، ولكن اقترح بود وإصراره على إطلاق اسم الإله الروماني (يورانوس) عليه ظل قائماً. ورغم أن العديد من فلكيي فرنسا كانوا قد بدؤوا (من جهتهم فعلاً) بتسمية هذا الكوكب باسم مكتشفه كما جرت العادة في تسمية الكواكب المكتشفة حديثاً إلا أن ثبات (بود) على رأيه وطول نفسه وإلحاحه ما لبث أن رأى النور أخيراً في عام (1850)، فلم يعد كوكبنا يُعرف إلا باسمه الحالي (يورانوس).

عكف (بود) على جمع الملاحظات الفلكية المتوفرة حول كوكبه الأثير إلى قلبه وعمل على نشرها في دوريته المحبوبة (كتابه الفلكي السنوي)، ومع تعمقه في دراساته وتقصيه أدرك أن أول من راقب هذا الكوكب بدقة وسجل ملاحظاته حوله كان الفلكي الألماني [توبياس ماير (1723 - 1762) Tobias Myer] في عام (1756) لم يسبقه في ذلك إلا الفلكي البريطاني [جون فلامستيد (1646 - 1719) John Flamsteed] في عام (1690) والذي كان أيضاً قد راقبه بدقة وثبت مداراته في مذكراته الفلكية ولكن تحت اسم آخر هو النجم (تاوري 34 - Star Tauri).

استمرت حياة (بود) حافلة بالشهرة والإنجازات العلمية والفلكية فانتخب عضواً في

أكاديمية برلين عام (1786). ولكن القدر لم يجعله كثيراً ما لبث أن وافته المنية في العام التالي وهو عاكف على إتمام كتابه الفلكي السنوي لعام (1830).

سُميت إحدى فوهات القمر والبالغ قطرها (18 كيلومتراً) باسمه وتمت المصادقة على التسمية من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1935) كما سمي السديم الذي اكتشفه عام (1923) باسمه أيضاً، أضف إلى ذلك تسمية المجرة (رقم M81) والتي اكتشفها بنفسه باسمه فصارت تُعرف الآن [ بسديم أو مجرة بود - Bode's Nebula or Bode's Galaxy ] تيمناً به كذلك.

بانت معالم الإيمان (لبود) جليلة في العديد من منشورات الكاتب (دافيد دارلنك - David Darling) الذي كتب يقول:

((آمن بود أنه لا بد وأن تكون كافة الأجرام العظيمة في السماء (كالشمس والنجوم والكواكب والأقمار وحتى المذنبات) مأهولة بالسكان، كما أكد على أن إيجاد وجود الكائنات الذكية العاقلة لا بد وأن تكون (غاية الخالق الأسمى من خلقه)، وأن أشكال الحياة تلك في طول الكون وعرضه لا بد وأن تكون موهلة لإدراك موجدهم وخالقهم كما ولا بد أن تكون لهم (بالضرورة) ملكة حمده على نعمة خلقه لهم وإيجاده إياهم)).

تساءل بود كذلك - في محضر رده على من اعتبر الظروف الكونية غير ملائمة للحياة على سطح الكواكب والشموس والمذنبات - مستفسراً:

((من منا يستطيع إثبات عجز الخالق على تهيئة الظروف الخاصة، والأجواء الملائمة، والإحداثيات المناسبة لتكون بشكل أو بآخر مناسبة لحياة سكان أي من تلك الأجرام السماوية كل حسب حاجاته واحتياجاته؟)).

لقد آمن (بود) كذلك باحتمالية (نهائية الكون المحسوس)، ولكنه ظل موقناً أنه لا بد للكون المحدود مهما عظم من خالق إليه يفوق ما خلق قدرةً ويز ما أوجد إدراكاً وحكمةً.



## مصادر اضافية وقراءات أخرى:

Darling, David, "Bode, Johann Elert (1747–1826)," in *Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy and Spaceflight*; see [www.daviddarling.info/encyclopedia/B/Bode.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/Bode.html).

Frommert, Hartmut, and Christine Kronberg, "Johann Elert Bode (January 19, 1747–November 23, 1826)." SEDS (Students for the Exploration and Development of Space); see [www.seds.org/messier/Xtra/Bios/bode.html](http://www.seds.org/messier/Xtra/Bios/bode.html).

Littmann, Mark, *Planets Beyond: Discovering the Outer Solar System* (New York: Courier Dover Publications, 2004).

Sticker, Bernhard, "Johann Bode," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

- ما هي النظرية؟ النظرية كما أراها هي جملة موزونة تحمي حقيقة، هذه الحقيقة لا تزال مفترضة (غير مثبتة) ولكن مجرد وضعها يزيل أدنى شك عن حقيقة وجودها فعلاً وما تعنيه.

اينشتاين

Albert Einstein to Edward Study, September 25, 1918.

من رسالة لايبيرت اينشتاين إلى ادوارد ستدي - سبتمبر 25، 1918.

- لقد خامرني ومنذ أمد بعيد فكرة وجود (النظرية الفيزيائية النهائية)، لا أأحالي أرى الآن انفراجاً لكافة أسرار الفيزياء إلا كما أرى حساباً كاملاً لكافة احتمالات لعب الشطرنج والرد والطاولة وغيرها بحيث يزيل تعقيداتها كلها جميعاً! في تلك اللحظة لن تكون الفيزياء بحاجة إلى الرياضيات. فسيتم فهم آلية الكون بقوانين فيزيائية بسيطة.

فاينمان

Richard Feynmann, (The Character of physical law).

مقتطف من كتاب ريتشارد فاينمان - خصوصية القانون الفيزيائي.

- لن نجد قوانين الطبيعة مكتوبة بنور على قارعة الطريق!! لابد أن تباري بذهنك وتساوالاته كل مكرها ومناورات اختباؤها وعليك أن تستقطر غايتك من عمق خوافيها ومن طلاسها دواخلها!!..

فهل أنت أهل لهذه المنازلة؟

ديوي

John Dewey, (Reconstruction in Philosophy).

جون ديوي - من كتابه (إعادة التشكيل في الفلسفة).

• إذا أنت استعبدت وجود الإله الخالق (سبحانه) معنا في (عالمنا الطبيعي) هذا، واعتبرته (ما فوق الطبيعي)، فما يمنعه في حالات محددة أن يقرر (إنحاف) عالمنا الطبيعي بصنائع أرادها هو... لا بد وأن تظهر لنا كمعجزات؟ أما إذا آمنت بوجوده وبوضعه لقوانين الطبيعة (وهو من ضمنها)... فما الذي يمنعه (وفي لحظة ما،... وإذا ما رأى ضرورة لذلك) من تغيرها أو إيقافها لبرهة من الزمن؟ ألن تحدث حينذاك ما ستعبره معجزة بفهمنا (الطبيعي) للعالم؟

كولنز

Francis Collins, (God vs. Science), an interview, Time, November 13, 2003.

فرانسيس كولنز (الله والعلم) مقابلة في مجلة TIME تايم عدد نوفمبر 13، 2006.

• لا إطلاق أبدا في بنية ولا في أساسيات العلم كما نراه بمنظورنا الموضوعي. لا يستند العلم بأي حال من الأحوال على (صخرة) مفاهيم صلبة لا تقهر، لا بل يرتفع صرح نظرياته، خلاصة الجمال، متناسقة البناء عالياً، رويداً رويداً فوق أرض رملية هشة!

هل سبق لك وأن شاهدت بناء مترقفا شاهقا يرتفع فوق أرض رملية هشة؟ إنه يرتفع فقط على دعائمه المغروزة عميقا داخل التربة الرخوة. ستظل الأرض الرملية رخوة وستبقى الأعمدة بعيدة عن أية قاعدة حجرية صلبة. تتوقف عن الحفر ونرضى بفخامة بنائنا الشامخ ونطمئن على سلامته، لأننا دفعنا دعائمتنا فقط إلى الحد الذي يكسبها التماسك والصلابة وإلى الحد الذي نطمئن على استقرارها لعمل بنائنا المنشود إلى فترة محددة زمنيا وبمواصفات محسوبة مسبقا. لن يرتفع أي بناء لأننا وصلنا (بأساساتنا وباطمئنان) إلى ما لا جدال عن صلابته آملين أنه سيضمن صموده إلى الأبد وتحت كافة الظروف.

بوبر

Carl Popper, (The logic of Scientific Discovery)

كارل بوبر في (منطق الاكتشاف العلمي).



• إذا آمننا بالمنطق القائل بأن كل ما حصلنا عليه من علوم ومعرفة ما هو إلا نتاج حواسنا (الخمسة) وخلالها، (رغم قصورها)... فلا بد لنا أن نُسلم (منطقياً أيضاً) بأن كل قوانيننا وما نستشعره من الطبيعة بواسطتها ما هي إلا نتائج قاصرة اليان، محدودة التطبيق، بعيدة عن الخلود كأفضل احتمال.

برسك

Robert Pirsig, (Zen and the Art of Motorcycle Maintenance).

مقتطف من كتاب (زين وفن صيانة الدراجات) لروبرت برسك.

• ينحصر واجب الفيزيائي في اكتشاف قوانين الكون الأساسية والتي بالإمكان توقع تصرفاته لاحقاً من خلالها. لا يمكننا تحديد منهاج منطقي مقنن ولا وسيلة قائمة بذاتها لاكتشاف تلك القوانين، وكل ما يمكننا الاعتماد عليه في ذلك هو الإلهام والبصيرة والفهم العميق لكنه التجارب وحياتها. وإذا كان الحال كذلك؛ فسيكون بإمكان هذا المنهج (المبني على الشك والتبع العلمي والمنطقي)، أن يبدع لنا أي عدد محتمل من النظم الفيزيائية النظرية المعقولة منطقاً والمقبولة فهماً، كلها صامدة للنقاش، وقابلة للاختبار، ومقبولة للمنطق ومحكمة بالحساب. أي أنها (كلها) ستكون صحيحة نظرياً.. ولكن أثبت تطور الفيزياء التجريبية وواقع تصرف الكون.. أنه وفي أي لحظة من لحظات الزمن لا يمكن قطعاً (من بين كل ما يمكن للذهن البشري إبداعه من نظم ونظريات) إلا لإحداها فقط أن تنال كأس السبق وأن تتبوأ موقع الصدارة، وأن تثبت جدارتها وصمودها أمام كافة التجارب العلمية والعملية وتوقعاتها.. وهكذا يختار الكون لغة واحدة فقط يكلمنا بها، قد نفهمها إذا أصغنا إليه بذكاء وباهتمام.

اينشتاين

Albert Einstein, (Principles of Research).

ألبرت اينشتاين في (مبادئ البحث).

## قانون كولوم للكهربائية المستقرة

### COULOMB'S LAW OF ELECTROSTATICS

فرنسا، 1785

تناسب قوتي التجاذب والتنافر بين شحنتين كهربائيتين مستقرتين طرديا مع مقداريهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما.

معاور ذرات علاقة:

(قانون نيوتن للجذب العام - NEWTON'S LAW OF UNIVERSAL GRAVITATION)، و(نظرية انشتين - EINSTEIN'S SPECIAL THEORY OF RELETIVITY) للنسبية الخاصة، و(قانون كولوم للاحتكاك - COULOMB'S LAW OF FRICTION).

من أحداث عام (1785)

- أصدر لويس السادس عشر ملك فرنسا قانونه الشهير بحظر تداول كافة المناويل أو استعمالها ما لم تكن مربعة الشكل!
- تم لأول مرة عبور القنال الإنكليزي ببالون طائر من قبل الفرنسي (جين - بيير بلانشار - Jean - Pierre Blanchard) والأمريكي (جون جيفريس - John Jeffries).

• تم قبول الدولار كعملة رسمية لعموم الولايات المتحدة الأمريكية.

نص القانون وشرحه:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2},$$



يبلغ مقدار القوة بين شحنتين نقطيتين في فراغ حر القيمة «(F)»؛ حيث:

$q_1$  و  $q_2$  مقدار الشحنتين مقاستان بوحدة للكولوم.

و  $r$  المسافة الفاصلة بينهما بالمتر، و  $\epsilon_0$  ثابت الحرية الفراغية ويساوي  $10 \times 8.85$  مرفوعة إلى القوة السالبة 9 فاراد/متر) و (F) مقدار القوة مقاسة بوحدة النيوتن.

يُرمز للكولوم بالحرف (C) ويُعرّف بأنه مقدار الشحنة المارة عبر نقطة في سلك خلال ثانية واحدة عند تسليط تيار عليه يبلغ أمبيراً واحداً.

أي أن  $(IC = IA \times s)$ ، حيث (A) هي وحدة التيار بالأمبير و (s) وتعني ثانية زمنية واحدة. (وهنا لا بأس أن نذكر بأن قوة التنافر تبعد أي شحنتين متماثلتين بينما تُقربهما قوة التجاذب متى ما اختلفتا). يظهر لنا القانون تناسب القوة (F) طردياً مع حاصل ضرب شحنة الجسمين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما مقاسة على طول الخط الوهمي المستقيم الواصل بين مركز الشحنتين.

وبالإمكان جمع قيم الشحنات جبرياً عند تواجد الإلكترونات والبروتونات في موقع واحد، كما وتعتبر كافة الشحنات والأجسام المشحونة في الطبيعة مضاعفات كاملة عددياً لقيمة أي من شحنتي الإلكترون أو البروتون المتساويتان قيمة والمختلفتان إشارة<sup>(1)</sup>.

يُرمز لكل من شحنتي الإلكترون والبروتون بـ  $Q_e$ ،  $Q_p$  على التوالي وتبلغ قيمتهما:

$$Q_e = -(1.60217733 \pm 0.00000049) \times 10^{-19}$$

من الكولوم الواحد...

$$Q_p = +(1.60217733 \pm 0.00000049) \times 10^{-19}$$

من الكولوم الواحد كذلك.

قام عالم الفيزياء النوويّة المعروف [ارنست رذرفورد (1871 – 1937) Ernest Rutherford] بإجراء العديد من التجارب على جزيئات (ألفا)<sup>(2)</sup> واستطاع

(1) يستثنى من ذلك (الكواركات – Quarks) التي بإمكانها أن تحمل كسوراً من وحدة الشحنة – (المترجم)

(2) جزيئات ألفا هو الاسم الذي يطلق على أنوية غاز الهيليوم والتي تتألف الواحدة منها من بروتونين ونيوترونين فقط – (المترجم).

إثبات دقة (قانون كولوم) على جزيئات لا تفصل بينها إلا أبعاد ذرية ضئيلة جدا - كأن لا تتعدى قيمة (r) الـ (10 مرفوعة إلى الأس السالب 12) سنتيمترا.

وبالمثل أثبت التجارب الحديثة صحة تطبيقات (قانون كولوم) على مدى هائل من الأبعاد الفاصلة بين الجزيئات والأجسام مما يقارب من البيكو (Pico) المتر (- وهذا ما يساوي جزءا واحدا من 100 مليار (أي مليون مليون) جزء من السنتيمتر الواحد (أي ما يعادل حوالي عُشر  $(1/10)$  قطر نواة ذرة الهيليوم) وحتى إلى (أي مسافة فاصلة تبلغ المليون متر)، ومن الواجب في هذا السياق التنويه إلى أن دقة (قانون كولوم) تعتمد أساسا على استقرار الشحنات (بمعنى انعدام حركتها)، وذلك لما للحركة من تأثير وتغيير في قيم الشحنات نتيجة لما يصاحبها من حقول مغناطيسية محتة. تعتبر قيمة (الكولوم الواحد) من الشحنة الكهربائية المستقرة كمية كبيرة جدا مقارنة بما يحمله الإلكترون الواحد منها، ولإدراك قيمة وتأثير شحنة (الكولوم الواحد) دعني أسوق لك المثال التقريبي التالي: إذا افترضنا وجود جسمين على أحدهما شحنة موجبة مقدارها كولوم واحد وعلى الآخر عين المقدار، ولكن بعكس الإشارة ويفصل بينهما متر واحد، فلك حينذاك أن تتخيل مصير جسم ثالث بينهما وهو يسحق بقوة صافية مقدارها ألف مليون نيوتن والتي تعادل مليوناً من الأطنان!

ولهذا يستعيز العلماء - بعد ما تبينت لهم ضخامة وحدة الكولوم بوحدات قياس أصغر كالمايكروكولوم المساوي لجزء من مليون جزء منه ( $10^{-6}C$ )، أو البيكوكولوم والمساوية لجزء من مليون مليون جزء منه ( $10^{-12}C$ )،، وإلا فهم غالبا ما يستخدمون قيمة شحنة الإلكترون نفسها ( $1.602 \times 10^{-19} C$ ) من الكولوم كوحدة للقياس.

يطلق العلماء على كل من (قانون كولوم) في الكهرباء المستقرة و (نيوتن في الجذب العام) اسم (قانوني الفعل عن بعد). بمعنى اشتراط انعدام وجود أي عامل ثالث خلاف الشحنات نفسها والمسافة الفاصلة بينها. (وللتذكير هنا نقول إن قانون نيوتن يحدد قوى التجاذب بين كتلتين  $m_1$ ،  $m_2$  تفصلهما مسافة محدد بـ  $(F = m_1 m_2 / r^2)$  أما مقدار القوة الناتجة عن الجاذبية الأرضية فيحددها القانون  $(F_g = G m_1 m_2 / r^2)$  حيث  $F_g$  هي قوة الجاذبية



الأرضية و  $G$  هو مقدار التعجيل الأرضي).

تُظهر الملاحظة العابرة لقانوني (كولوم) و (نيوتن) التشابه الملفت بينهما، فكلا قوتي الجاذبية والكهربائية المستقرة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب مقداريهما (كتلة كانت أم شحنة) وعكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينهما، وقد يخطر على بال الدارس المبتدئ للقانونين أن القوى المنصوص عليها فيهما آتية التأثير عند تغير موقع الأجسام ذوات العلاقة، إلا أن الواقع يناقض ذلك؛ بمعنى إذا تحركت إحدى شحنتين (أو إحدى كتلتين) حسب قانون كولوم (أو نيوتن) فلا بد للقوة المسلطة على الأخرى أن تحدث تأثيرها ولكن بعد وجود فاصل زمني محدد بالاستناد إلى دراستنا للنظرية النسبية الخاصة لانشتين.

دعنا نوضح ما سبق فنقول إنه لا يمكن لسرعة أية إشارة (حسب نظرية اينشتين) أن تتخطى سرعة الضوء، بمعنى إذا ما تحركت أية شحنة فلا بد أن يمر بعض الوقت (مهما ضؤل) لإحساس الأخرى بها. وبنفس المنظور إذا ما تخيلنا (اختفاء) أي شحنة أو انقطاعها عن تجربة قائمة، فلا بد للشحنة الأخرى أن تتأثر بذلك... ولكن بعد حين! يصدق هذا التأثير على الكتل التي تشدها الجاذبية بعضها إلى بعض، كحال الأرض في دورانها حول الشمس أو القمر وهو يدور حول الأرض؛ فإذا ما قدر للشمس أن تزال (في لحظة من الزمن!) فإن الأرض المتأثرة بجاذبيتها ستستمر بالدوران حول الشمس (المفقودة) لعدة دقائق أخرى لأنه لا يمكن لتأثير الجاذبية أن ينتقل إلى الأرض بسرعة أكبر من سرعة الضوء (ثمان دقائق ونيف في هذه الحالة)، وعليه يستمر أي جسم بتأثره بمفعول القوة المسلطة عليه من قبل أي جسم آخر (كهربائية كانت أم جاذبية) لفترة تطول أم تقصر وكان الجسم المفقود لا يزال موجوداً.

بالرغم من وجود بعض التشابه بين قانوني (كولوم للشحنات) و (نيوتن للجذب العام) - فإن الاختلاف بينهما بَيّن، فبإمكان قوى كولوم أن تكون جاذبة أو نافرة بينما لا يمكن لقوى الجاذبية إلا أن تكون جاذبة. كذلك تعتمد مقادير قوى كولوم على الوسط الفاصل بين الشحنات، بينما لا يكون الحال كذلك بالنسبة لقوى (نيوتن)، وعليه يصبح بإمكاننا على سبيل المثال إعادة كتابة (قانون كولوم) وجعله أكثر شمولية بإبدال  $(\mathcal{E})$  بـ  $(\mathcal{E}_0)$

في القانون السابق، عندما تكون المطاوعة الكهربائية ( $\mathcal{E}$ ) هي الصفة الكهربائية للوسط المحيط بالشحنتين ويمثل  $\mathcal{E}_0$  رمز المطاوعة الكهربائية للفراغ، فعندما تتساوى قيمتي ( $\mathcal{E}$ ) و ( $\mathcal{E}_0$ )، سيكون

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon}.$$

فسيبلغ الثابت  $K$  والمسمى ثابت كولوم قيمة مقدارها ( $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ ) ومن المعلوم عمليا أن للأوساط الناقلة للكهرباء قيم مطاوعة كهربائية تفوق  $\mathcal{E}_0$  وهي (قيمة المطاوعة الكهربائية للفراغ) ويعود سبب ذلك لخلو الفراغ - بطبيعة الحال - من أي وسط ناقل للشحنة فلا بد لقيمة مطاوعته الكهربائية أن تكون أقل من قيمتها لأي وسط ناقل آخر. يفترض العلماء إجراء تجاربهم في الفراغ إذا ما تم إجراؤها في الهواء الجاف اعتمادا على حقيقة أن مطاوعة الهواء الجاف الكهربائية تكاد تساوي تلك التي للفراغ، ففي هذه الحالات تحسب قيمة المطاوعة الكهربائية لكافة المواد منسوبة لقيمتها في الفراغ. والآن إذا فرضنا أن المطاوعة الكهربائية النسبية لوسط ما تساوي ( $\epsilon_r$ )، فإن مطاوعته الكهربائية المطلقة ستحسب كحاصل ضرب ( $\times$ ) قيمتي ( $\mathcal{E}_0$ )  $\times$  ( $\epsilon_r$ )

يرينا الجدول رقم (6) قيم المطاوعة الكهربائية النسبية لبعض المواد في درجة حرارة الغرفة، علما أنها قابلة للتغيير اعتمادا على درجة حرارتها وتركيبها فلأنواع المختلفة من الورق مجال يبين من قيم المطاوعة الكهربائية على سبيل المثال.

لا بد من الإشارة إلى أن دقة (قانون كولوم) تعتمد على حقيقة كون كافة الشحنات المدروسة نقطية بطبيعتها، بمعنى اختزال مقدارها ومكان تواجدتها إلى مجال متناهي الصغر من الفراغ. وبما أننا نعلم وجوب تموضع الشحنات في كافة تجارب عالمنا الواقعي على أجسام أبعادها محسوبة، عندها يصح استخدام (قانون كولوم) على تلك الأجسام، فقط إذا كانت أبعادها صغيرة جدا مقارنة بالمسافة الفاصلة بين مراكز شحناتها.

أعيدت صياغة هذا القانون في العصور الحديثة ليتمكن تطبيقه على الشحنات غير النقطية بإدخال العمليات التفاضلية والتكاملية على أصل صيغة القانون مع الاحتفاظ بتسميته:



الجدول رقم 6: ويمثل مقدار المطاوعة الكهربائية النسبية ( $\epsilon_r$ ) لعدد من المواد الشائعة.

يمثل مقدار المطاوعة الكهربائية النسبية ( $\epsilon_r$ ) لعدد من المواد الشائعة		
Material	Approximate Relative Permittivity Values, $\epsilon_r$ , at 300 °K	اسم المادة
Vacuum	1 (by definition)	الفراغ (حسب الاتفاق)
Air	1.0005	الهواء
Polyethylene	2،2	البولي إيثيلين
Lucite (trade name for a clear plastic)	2،8	البلستيك
Cocaine	3،1	الكوكاين
Paper	3،3	الورق
Mica، muscovite	5،4	المايكسا
Rubber، Neoprene	6،6	المطاط
Bone، cancellous (spongy)	26	العظام الإسفنجية
Methyl alcohol	32	الكحول الميثيلي
Brain، gray matter	56	المادة السنجانية من الدماغ
Water (20 C)	80	الماء
Lead titanate	200	تيتانيتات الرصاص

وفي الختام لا بد من الإشارة ولو بسرعة إلى مفعول قوة مهمة جدا هي قوى الجذب الذرية، فمن الملاحظ عدم تناثر البروتونات موجبة الشحنة من داخل نواة الذرة إلى خارجها رغم عظم قوة كولوم النافرة التي تحملها، يعود الفضل في ذلك لقوى الجذب الذرية التي تؤكد فعلها بضم البروتونات بشدة إلى بعضها داخل النواة وتمنع تطايرها وتحافظ على استقرارها لتفوقها على الأولى.

دعني أنهي هذا القسم بمسألة بسيطة لتوضيح أثر قانون كولوم حسابيا.

لنفترض تعليق كرتين متماثلتين بالكتلة (0.20) غرام لكل منهما، من عين النقطة أسفل سقف بواسطة خيطين يبلغ طول الواحد منهما 50 سنتيمترا. والآن بالنظر لتشابه شحنتي الكرتين فإنهما ستتدليان من السقف دون أن تمس إحداهما الأخرى وسيفصل كلا الخيطين

عن العمود النازل من السقف زاوية ومقدارها (37 درجة). ولحل المسألة، ارسم مثلثا متساوي الساقين فيكون رأسه نقطة ثبات الخطين في السقف ونهاية ساقيه المتساويين موقعي الكرتين في الفراغ، فإذا فرضنا تساوي الشحنتين أمكن حساب قيمتهما.

وتستعمل القيم المثلثية البسيطة لحل هذه المسألة علما بأن وزن أي جسم يساوي كتلته  $m$  مضروبة في سرعة التعجيل الأرضي  $g$  ويساوي  $(9.8 \text{ m/sec}^2)$  والآن لننظر أولا إلى الكرة على الجهة اليسرى ونحلل القوى المسلطة عليها فسنجدها ثلاثة؛ وزنها إلى الأسفل  $(mg)$ ، قوة الشد على الخيط مربوط بها  $(T)$ ، والقوى النافرة لها  $(F)$  والمسلطة عليها من قبل الكرة التي هي على اليمين. تتساوى القوتان على المحورين السيني والصادي بالنظر لاستقرار النموذج.

تحسب القوة على المحور السيني هكذا،

$$F_x - 0.6T = 0$$

وتحسب القوة على المحور الصادي هكذا،

$$0.8T - (0.2)(10^{-3} \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 0$$

وعند مساواة الحدين، نحصل على قيمة المجهول  $(T)$  كما يلي:

$$T = 2.45 \times 10^{-3} \text{ N} \text{ وعند تكملة الحل ...}$$

$$\text{سنحصل على المجهول } F_x = 1.47 \times 10^{-3} \text{ N}$$

ونستطيع حساب القوة  $(F_x)$  فنقول  $F_x = 1.47 \times 10^{-3} \text{ N}$  وتمثل قوة النفور بين الكرتين.

وبتعويضها في قانون كولوم يمكننا حساب الشحنة الكهربائية على الكرتين كالآتي:

$$1.47 \times 10^{-3} = (9 \times 10^9) \frac{q^2}{(0.60)^2}$$

أمكن إيجاد المسافة بين الكرتين  $(0.60 \text{ م})$  بحساب المثلثات لطول الخيط مقداره  $(50 \text{ سنتيمترا})$  وزاوية مقدارها  $(37 \text{ درجة})$ ، وبحل المعادلة لإيجاد  $(q)$  نجد أنها تساوي  $[2.4 \times (10 \text{ مرفوعة إلى القوة السالبة } 7)]$  كولوم تقريبا أو  $(2.4 \text{ مايكرو كولوم})$  وهي



الوحدة التي يرمز لها بـ  $(\mu C)$ .

ومن نافلة القول إن القوة المسلطة على أية شحنة نقطية تشكل عنصرا من مجموع شحنات متعددة هي محصلة المجموع الجبري للشحنات التي يحملها كل عنصر من عناصر المجموعة.

### الفضولين فقط:

- كان لعبقري كولوم الهندسية الدور الفعال في إعادة الخوصبة (لمارتينيك - Martinique) وهي إحدى جزر الكاريبي.
- تعتبر  $yC$  (اليانكو كولوم) هي الوحدة الرسمية المساوية لـ (10 مرفوعة إلى القوة السالبة 24) من الكولوم.
- ربح الجائزة المقدمة من قبل أكاديمية العلوم لأفضل طريقة لصناعة بوصلة السفن.

### أقوال ماثورة:

- يعتبر كولوم الموجد الحقيقي لعلم الاحتكاك بالنظر لإسهاماته العبقريّة وإضافاته الفذة لهذا العلم.

كراكلسكي وشدروف

I.V Kragelsky and V.S. Schedrov, (Development of the Science of Friction).

أ. ف كراكلسكي وف. س. شدروف من كتابيهما (تطور علم الاحتكاك).

- يمكننا اعتبار كولوم - ومن دون أي شك - أحد مهندسي أوروبا العظام في القرن الثامن عشر.

كلمور

C. Stewart Gillmor, (Charles Coulomb), in The Dictionary of Scientific Biography.

مقتطف من تعليق س. سيتوات كلمور - تحت اسم شارل كولوم - في معجم سير العلماء الذاتية

- من منا يستطيع نسيان مزحة كولوم أمام أعضاء أكاديمية علوم باريس عام 1773 حينما ناقش أمامهم

## نظريته الرائدة في ميكانيك التربة؟

تيريس ميني وماثيو ترشويل

Terence Meany and Matthew Tirschwell, (The Complete Idiot's Guide to Electrical Repaire.)

من كتاب مرشد الأغبياء الكامل لإصلاح الكهرباءيات.

## ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[شارل - اوكتين دو كولوم (1736 - 1806) Charles - Augustin de Coulomb] فيزيائي فرنسي اشتهر بقانون القوى التي تحكم شحنتين كهربائيتين، ويعتبر واحداً من ألمع الفيزيائيين والمهندسين على مر العصور. لقد طورت إسهاماته الفذة علوم الكهرباء والمغناطيسية والميكانيك التطبيقية وعلمي الاحتكاك والعزوم.

وُلد كولوم في مدينة (انكوليم - Angonleme) جنوب شرق فرنسا لأسرة ميسورة، هاجرت لاحقاً إلى باريس حيث التحق هو بكلية (مازارين - Mazarin) واستطاع أن يحصل على تعليم جامعي رفيع المستوى في الإنسانيات والرياضيات إضافة إلى الفلك وعلوم الكيمياء.

خسر والد (كولوم) كل ثروته وممتلكاته في إحدى مضاربات السوق الأمر الذي خلق أزمة مالية واجتماعية حقيقية داخل العائلة سرعان ما تطورت وأدت إلى فض عُرَى العائلة بكاملها على إثر الخلافات الحادة بين الولد وأمه حول تقرير مستقبله وخطط إنقاذ العائلة المنهارة.

صاحب الوالد ابنه إلى مدينة (مونبيليه) إثر انفصالهما عن الأم التي أصرت على البقاء في باريس، وتذكر المصادر بعضاً من تفاصيل الشقاق بين الأم وولدها وتعزوه إلى إصرار الأم وعزمها على إلحاقه بكلية الطب لضمان مستقبله في مهنة مستقرة على حين أصر الابن على دراسة الرياضيات والهندسة متعللاً بولعه بعلم الحساب وقياس (الحقائق الملموسة)، هذا التعليل الذي لم يُقنع الأم بل زاد من حنقها وغضبها على ولدها (العاق) إلى درجة أن تبرأت منه رسمياً ونهائياً.

قُبِل كولوم عام (1760) في مدرسة الهندسة والإنشاء وتخرج برتبة ملازم وانضم إلى عصبة المهندسين. عُيِّن خلال العشرين سنة التالية لتخرجه في العديد من الوظائف وأُرسل إلى العديد من الأماكن حيث شارك فعلياً في هندسة المباني وتصميم الدعامات ودراسة ميكانيك التربة، حيث



أمضى (كولوم) - على سبيل المثال - سنوات عدة كمهندس حربي في منطقة (جبال الانديز الغربية) قبل أن يعود إلى فرنسا ويعكف على كتابة بحوثه المهمة حول الميكانيك التطبيقية.

شهد عام (1777) اختراع (كولوم) لقبان العزوم الدوار وهو جهاز لقياس القوى الكهربائية المستقرة. يتألف هذا القبان من كرتين معدنيتين متصلتين بقضيب عازل يُعلّق هذا القضيب من وسطه بالضبط بخويط عازل مرن يتيح له ولكرتيه حرية الحركة الفائقة، ولقياس مقدار القوى الكهربائية المستقرة تشحن إحدى كرتي القضيب بشحنة كهربائية معينة وتُقَرَّب منها كرة ثالثة مشحونة بنفس مقدار ونوع شحنتها، فتتأفر الكرتان، وبما أن الكرة الثالثة ثابتة فلا بد أن تتحرك كرة القضيب المشحونة فتديره مما يؤدي إلى قتل الخويط المعلق به. وبالإمكان قياس مقدار الشحنة المحمولة من قبل كرة القضيب بحساب مقدار قوة العزم الدوارة التي أدت إلى إزاحته بزاوية معينة، حيث يقوم الخويط مقام نابض حلزوني حساس يحتفظ بمقدار قوة متناسبة مع عزم كرة القضيب الدوار. أثبت (كولوم) تناسب مقدار قوتي الجذب (بين الشحنات المختلفة) والنفر (بين الشحنات المتماثلة) عكسياً مع مربع المسافة الأولية الفاصلة بينهما  $(F = 1/r^2)$ ، ولكن أثبت وقائع التاريخ عدم إمكانية (كولوم) وضع الإثبات الرياضي لتناسب القوى الآتفة مع حاصل ضرب قيمة الشحنتين، وإنما كان قد اكتفى (بفرض) صحة ذلك. كتب (س. ستوارت كلمور - C. Stewart Gillmor) في معجم (سير العلماء الذاتية) مبيناً مدى الأثر الذي تركه قبان كولوم لقياس العزوم الدوارة على فكر وسيرة العلوم لأجيال عدة ما يلي:-

((أثبتت التطبيقات التي قام بها الفيزيائيون على مدى العديد من السنوات اللاحقة

أهمية وبساطة ورشاقة الحلول التي اقترحها (كولوم) لمسائل العزوم الدوارة. فقد كان

اختراعه لقبان العزوم فاتحة خير و(الفائدة بينة) لتطوير نظريته لتلك العزوم باستخدام

خيوط الحرير الدقيقة، وتشكيلات الشعيرات المبرومة. لقد كان رائداً في حسابات

وتجارب العزوم الدوارة باستخدام الشعيرات وخيوط الحرير التي أهدت لعلماء

الفيزياء وسيلة فذة بسيطة وبالغة الدقة لحساب قوى بالغة الصّالة)).

وكدليل واحد على عبقرية (كولوم) في اختراعه ودقة حساباته دعنا نقول إنه حدد القوى التي ترفع إليها المسافة الفاصلة بين الشحنات بالعدد (2) وبحدود زيف لا تتجاوز القليل والقليل جداً من

جزء بالمائة في حين أثبتت حساباتنا أن مقدار الزيف المفترض اليوم لا يتجاوز الجزأين فقط بالبليون. شرع (كولوم) في عام (1779) بإجراء أبحاثه على الاحتكاك والتي توجت بورقته المنشورة حول الموضوع والتي كانت بعنوان (نظرية في المكاثن البسيطة فيما يخص الاحتكاك بين أجزائها وصلابة عتلاتها)، أعقبه بعد عشرين عاما بنشر مذكرته حول اللزوجة وخصائصها. كما نص (قانون كولوم للاحتكاك) على إهمال السرعة النسبية بين سطحين متماسين متحركين عند حساب الاحتكاك بينهما. ولعل الجائزة المعلنة من قبل أكاديمية باريس للعلوم هي التي حفزت ذهن (كولوم) وألهمته الخوض في هذا المضمار وقد كتب (بيتر ج. بلدو - Peter J. Blau) في كتابه المعروف علوم الاحتكاك وتطبيقاتها في التقنية ما يلي:

((سادت أفكار (كولوم) واستنتاجاته عن الاحتكاك والتي توصل إليها بجهد وأبحاثه المجال العلمي لما يفوق القرن والنصف من الزمان ولا يزال الكثير منها قيد الاستخدام. لقد أذكت جائزة أكاديمية باريس للعلوم والتي كان هدفها (إيجاد الحلول لحساب قيم الاحتكاك بين سطح الأجسام المنزلقة والمتدرجة ومقاومة الحبال والأوتار لقوى الالتواء وتطبيقات ذلك على المكاثن البسيطة المستعملة في الجيش). جذوة البحث عنده وفتحت قريحته لإجراء التجارب حتى إن المصطلح المعروف بـ (احتكاك كولوم) لا يزال مستعملا في البحوث والمنشورات التي تفسر الكثير من التجارب الحديثة إلى اليوم)).

كتب (كولوم) ما بين عامي (1791 - 1785) سبعة بحوث مهمة حول الكهرباء والمغناطيسية وقدمها إلى أكاديمية العلوم للنشر. تناولت بحوثه استخدامات (قبان العزوم الدوار) لفهم قوى التجاذب والتنافر وكيفية توزيع الشحنة على سطوح الأجسام، إضافة إلى إثباتات مستفيضة لقانون التربيع العكسي وتطبيقاته على الأقطاب المغنطة. كما نشر في عام (1785) أبحاثه التي تشرح استخدامات مختلف أنواع القبايين الدوارة تحت عنوان (دراسات نظرية وتجريبية حول الإجهاد الدوار ومرونة الأسلاك المعدنية)<sup>(1)</sup> والتي أثبت فيها إمكانية

(1) نشر أصل البحث تحت عنوان:

(Recherches theoriques et experimentales sur la force de torsion et l'elasticite des fils de metal).



قياس القوى متناهية الصغر بدقة بالغة بواسطة قبانه الدور ذاك.

تزوج كولوم في عام (1802) من الفاتنة [لويز فرانسواز لوبروس دو سورمو - Louis Francoise Le Proust De Sormeaus] بنت العشرين ربيعاً وأم ولديه الاثنين اللذين أنجبتهما منه قبل الزواج!

لقد استمتع (كولوم) في أواخر أيامه بحياة الريف، حيث أمضى جُل وقته في مراقبة الطبيعة وتدريس ولده الأصغر (شارل) العلوم. أصيب بالحمى في أواخر أيامه وظل يصارعها حتى صرخته، فكان أجله المحتوم وفارقت روحه جسده المعلول، وتم قداس تشييعه في كنيسة القديس (جرمن دي بري - St. - Germain - des - Pre's)، وما لبث بعد ذلك أن وُوري الثرى هناك.

كتب اديان جيمس في مجلة (الفيزيائي الفذ) عرفانا بعبقريته الفذة ما يلي:

((لم يتردد العالم مطلقاً في إطلاق لقب الفيزيائي المثالي عليه. برع في فترة القرن الثامن عشر ولم يتفوق عليه سوى [هنري كافندش - Henry Cavendish]، وقد كان

- وبلا جدال - خير من جمع فوق كتفيه مهارة التجربة وروح المنافسة ودقة القياس،

مضافة إليها قابلية الإبداع، متوجة بملكة رياضية لبّت كافة متطلبات عبقرته العلمية)).

أطلق اسمه على فوهة أحد براكين القمر بقطر (89 كيلومتراً) وتم إقرار تلك التسمية من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العاملين عام (1970).

لقد أجرى (كولوم) خلال سني حياته وأثناء ممارساته العملية العديد من الأبحاث التي ساهمت إسهاماً مباشراً في فهمنا للعديد من المواضيع وإليك بعض الأمثلة:

- انهيار دعامات وأعمدة البناء الجبسي.
- الممانعة الخلزونية للمواد الهشة.
- فيزياء الأقواس المدعمة.
- الاحتكاك داخل المكائن وممانعة الموائع.
- تصميم طواحين الهواء.
- ميكانيك التربة ومطاوعة المعادن ومرونة ألياف الحرير.

- تصميم البوصلة المغناطيسية.
- مقارنات بين كفاءة العمل المنجز من قبل الإنسان والحيوان (علم الاركونوميكس - Ergonomics) ولكن من الجدير بالذكر أن (كولوم) لم يكن ليحزر أولوية السبق في كل أعماله التي نشرها أو أبحاثه التي عكف عليها، فلقد سبقه إلى بعض استنتاجاته وقوانينه علماء آخرون وإليك بعض الأمثلة:

• سبقه البريطاني [ريفرند جون ميشيل (Reverend John Michell 1750 - 1724)] حين نشر دراساته حول تجاذب وتنافر الأقطاب المغناطيسية، فأثبت منذ ذاك تناسبهما العكسي مع مربع المسافة الفاصلة بينهما.

• كما سبقه (ميشيل) هذا في اختراع قبان العزوم الدوار والذي استخدمه [كافنديش (Cavendish 1810 - 1731)] لاحقاً في أعماله لقياس كتلة الأرض، ولكن من المنصف القول هنا إنه على رغم من أن اختراع (كولوم) لقبان العزوم الدوار عام (1784) كان متأخراً عن اختراعه من قبل (ميشيل) إلا أن الحقيقة التاريخية الثابتة هي انهما كانا قد اتما اختراعيهما منفصلين، ودون أن يكون لأي منهما علماً بما أنجزه الآخر، رغم الفاصل الزمني بينهما.

• كما تمكن الطبيب البريطاني [جون روبنسون (John Robinson 1725 - ?)] من قياس قوتي التجاذب والتنافر للكهربائية المستقرة عام (1769) وتمكن (بإجراء تجاربه الخاصة) من استنتاج تناسب قوة التنافر مع  $(1/r^{2.06})$  وتناسب قوة التجاذب مع  $(1/r^4)$  عندما  $(c < 2)$  مع إمكان القول بصحة  $(1/r^2)$ .

• وأخيراً تمكن الكيميائي الإنكليزي [جوزيف برستلي (Joseph Priestly 1733 - 1804)] من التوصل أيضاً إلى قانون  $(1/r^2)$  للقوى الكهربائية ورغم أنه لم يستطع تقديم الإثبات المقنع لذلك، إلا أنه من المنصف القول إن حدسه وتوقعاته كانت في محلها. تمكن (برستلي) هذا من التوصل إلى اختراع قبان العزوم الدوار قبل (كولوم) أيضاً (ولكن دون أن يعلم أحدهما بالآخر) واستعمله لإثبات حقيقة تناسب المغناطيسية بين قطبين عكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينهما.

كتب برستلي في كتابه المعنون (ماضي وحاضر الكهربائية) ما يلي:



((من الممكن إثبات حقيقة أن الأرض عبارة عن قشرة صلبة تدور داخلها مادة مصهورة متجانسة، أفلا يمكننا من تجاربنا حول الموصلات المشحونة المجوفة الاستنتاج بتشابه قوانين الكهرباء والجاذبية من ناحية تناسبهما العكسي مع مربع المسافة؟)).

وهذا دليل على عمق تفكير وعبقورية أولئك العلماء.

يحمل قانون التربيع العكسي ( $1/r^2$ ) اسم (كولوم) اليوم ويعزى إليه، وذلك عرفانا لجهوده وما قام به من تجارب مكنته من تقديم الإثبات المقنع لتلك العلاقة حيث قام بكل تلك التجارب بمفرده ومن وحي تفكيره وتمكن بذلك من وضع الدليل الملموس لما كان يعتبر ولغاية عام (1785) مجرد حدس شبه أكيد.

لقوى كولوم فعلها على مستوى الذرات أيضا وفهم ذلك لعله من المجدي إجراء مقارنة رياضية بسيطة بين قدرتي شد ذرة الهيدروجين الكهربائية والجاذبية: فإليك ما يلي...

دعنا نفترض الإلكترون كجسم نقطي (متناهي الصغر) يدور حول جسم نقطي آخر وهو البروتون تفصل بينهما مسافة تقدر بـ  $[5.3 \times 10^{-11}]$  مرفوعة إلى القوة السالبة  $(11)$  متر في المعدل، هنا يمكننا حساب قوة كولوم (الكهربائية) كالتالي: (إذا علمنا أن شحنة الإلكترون الواحد تساوي شحنة البروتون الواحد وهي  $(1.6 \times 10^{-19})$  كولوم. أما الحد  $(9 \times 10^9)$  فهو معامل التحويل للحصول على مقدار القوة بوحدتي النيوتن (N) إذن:

$$\frac{kq^2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.3 \times 10^{-11})^2} = 8.2 \times 10^{-8} \text{ N.}$$

وإذا رغبتنا بحساب قوى الجذب الفعلية ( $F_g$ ) بين الإلكترون والبروتون باعتبار كتلتيهما  $m_p$  ،  $m_e$  على التوالي: فيمكننا كتابة

$$F_g = \frac{Gm_e m_p}{r^2} = \frac{(6.67 \times 10^{-11})(9.1 \times 10^{-31})(1.67 \times 10^{-27})}{(5.3 \times 10^{-11})^2}$$

$$= 3.6 \times 10^{-47} \text{ N}$$

ويمكنك ملاحظة الفرق البين بينهما وجسامة تفوق قوة كولوم الكهربائية على قوة الجاذبية بين الجسمين ما دون الذريين.

وفي الختام لا بد أن نسترعي انتباه القارئ إلى أن برج (إيفل) في باريس (فرنسا) يحمل، (منقوشة على صلب أعمدته) أسماء (72) من عظماء علماء ومفكري فرنسا بما فيهم (كولوم). وقد قام [كوستاف إيفل (Alexandre Gustave Eiffel (1832–1923) مصمم ومنفذ البرج<sup>(1)</sup> بنقش تلك الأسماء وطلائها عام (1900) وأعيد تجديدها عام (1987)، ظهرت أسماء وألقاب العظام على البرج بأحرف كبيرة يبلغ طول الواحد منها 60 سنتيمتراً. وتبين القائمة التالية الأسماء التي تطرق لها هذا الكتاب بأحرف بارزة.

1. Ampère (André-Marie Ampère, mathematician and physicist)
2. Arago (Dominique François Jean Arago, astronomer and physicist)
3. Barral (Jean-Augustin Barral, agronomist, chemist, physicist)
4. Becquerel (Antoine Henri Becquerel, physicist)
5. Belanger (Jean-Baptiste-Charles-Joseph Belanger, mathematician)
6. Belgrand (Eugene Belgrand, engineer)
7. Berthier (Pierre Berthier, mineralogist)
8. Bichat (Marie François Xavier Bichat, anatomist and physiologist)
9. Borda (Jean-Charles de Borda, mathematician)
10. Breguet (Abraham Louis Breguet, mechanic and inventor)
11. Bresse (Jacques Antoine Charles Bresse, civil engineer and hydraulic engineer)
12. Broca (Paul Pierre Broca, physician and anthropologist)
13. Cail (Jean-François Cail, industrialist)
14. Carnot (Nicolas Léonard Sadi Carnot, mathematician)
15. Cauchy (Augustin Louis Cauchy, mathematician)
16. Chaptal (Jean-Antoine Chaptal, agronomist and chemist)
17. Chasles (Michel Chasles, geometer)
18. Chevreul (Michel Eugène Chevreul, chemist)
19. Clapeyron (Émile Clapeyron, engineer)
20. Combes (Emile Combes, engineer and metallurgist)
21. Coriolis (Gaspard-Gustave Coriolis, engineer and scientist)
22. Coulomb (Charles-Augustin de Coulomb, physicist)
23. Cuvier (Baron Georges Leopold Chretien Frédéric Dagobert Cuvier, naturalist)
24. Daguerre (Louis Daguerre, artist and chemist)
25. De Dion (Albert de Dion, engineer)
26. De Prony (Gaspard de Prony, engineer)
27. Delambre (Jean Baptiste Joseph Delambre, astronomer)
28. Delaunay (Charles-Eugène Delaunay, astronomer)

(1). مراجعة المخطوطات والوثائق الباريسية الخاصة بتاريخ هذا البرج ظهر أن مصممه الحقيقي ومصمم رافعاته المائية لتشغيل مصاعده هو الفرنسي (ستيفن سوفستر - Steven Sovister)، المترجم



29. **Dulong** (Pierre Louis Dulong, physicist and chemist)
30. **Dumas** (Jean Baptiste André Dumas, chemist)
31. **Ebelmen** (Jean-Jacques Ebelmen, chemist)
32. **Fizeau** (Hippolyte Fizeau, physicist)
33. **Flachat** (Jeugène Flachat, engineer)
34. **Foucault** (Léon Foucault, physicist)
35. **Fourier** (Jean Baptiste Joseph Fourier, mathematician)
36. **Fresnel** (Augustin-Jean Fresnel, physicist)
37. **Gay-Lussac** (Joseph Louis Gay-Lussac, chemist)
38. **Giffard** (Henri Giffard, engineer)
39. **Gouin** (Ernest Gouin, engineer and industrialist)
40. **Haüy** (René-Just Haüy, mineralogist)
41. **Jamin** (Jules Célestin Jamin, physicist)
42. **Jousselin** (Alexandre Louis Jousselin, engineer)
43. **Lagrange** (Joseph Louis Lagrange, mathematician)
44. **Lalande** (Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande, astronomer)
45. **Lamé** (Gabriel Lamé, geometer)
46. **Laplace** (Pierre-Simon Laplace, mathematician and astronomer)
47. **Lavoisier** (Antoine Lavoisier, chemist)
48. **Le Chatelier** (Henri Louis le Chatelier, chemist)
49. **Le Verrier** (Urbain Le Verrier, astronomer)
50. **Legendre** (Adrien-Marie Legendre, geometer)
51. **Malus** (Etienne-Louis Malus, physicist)
52. **Monge** (Gaspard Monge, geometer)
53. **Morin** (Jean-Baptiste Morin, mathematician and physicist)
54. **Navier** (Claude-Louis Marie Henri Navier, mathematician)
55. **Petiet** (Jules Petiet, engineer)
56. **Pelouze** (Théophile-Jules Pelouze, chemist)
57. **Perdonnet** (Albert Auguste Perdonnet, engineer)
58. **Perrier** (François Perrier, geographer and mathematician)
59. **Poinsot** (Louis Poinsot, mathematician)
60. **Poisson** (Simeon Poisson, mathematician and physicist)
61. **Polonceau** (Antoine-Rémi Polonceau, engineer)
62. **Poncelet** (Jean-Victor Poncelet, geometer)
63. **Regnault** (Henri Victor Regnault, chemist and physicist)
64. **Sauvage** (Jean-Pierre Sauvage, mechanic)
65. **Schneider** (Jacques Schneider, industrialist)
66. **Seguin** (Marc Seguin, mechanic)
67. **Sturm** (Jacques Charles François Sturm, mathematician)
68. **Thénard** (Louis Jacques Thénard, chemist)
69. **Tresca** (Henri Tresca, engineer and mechanic)
70. **Triger** (Jacques Triger, engineer)

70 . Vicat (Louis Vicat, engineer)

72. Wurtz (Charles – Adolphe Wurtz, chemist)

قائمة أسماء العظام التي نقشَت على برج (إيفل) مع اختصاصاتهم. تظهر الأسماء الواردة

في هذا الكتاب غامقة

- 1 - امبير - رياضي وفيزيائي
- 2 - اراكو - فلكي وفيزيائي
- 3 - بارا - كيميائي وفيزيائي وعالم بالزراعة
- 4 - باكيوريه - فيزيائي
- 5 - بيلانجي - رياضي
- 6 - بلكران - مهندس
- 7 - برثيه - اختصاصي تعددين
- 8 - بيشا - مشرح بشري واختصاصي علم وظائف الأعضاء
- 9 - بوردا - رياضي
- 10 - بركويه - ميكانيكي ومخترع
- 11 - بريس - مهندس مدني ومهندس رافعات هيدروليكية
- 12 - بروكا - طبيب واختصاصي بعلوم الأجناس
- 13 - كيل - صناعي
- 14 - كانو - رياضي
- 15 - كاوشي - رياضي
- 16 - شابتا - زراعي وكيميائي
- 17 - شاسليه - مساح
- 18 - شفرييه - كيميائي
- 19 - كلايرو - مهندس
- 20 - كومب - مهندس واختصاصي معادن
- 21 - كوريولي - مهندس وعالم
- 22 - كولوم - فيزيائي



- 23 - کیوفیه - عالم طبیعه
- 24 - داکيور - فنان وکیمیائي
- 25 - دو دایو - مهندس
- 26 - دو بروني - مهندس
- 27 - دالامریه - فلکي
- 28 - دیلاونیه - فلکي
- 29 - **دیولو** - فیزیائي وکیمیائي
- 30 - دوما - کیمیائي
- 31 - ابلم - کیمیائي
- 32 - فیزو - فیزیائي
- 33 - فلاشیه - مهندس
- 34 - فوسول - فیزیائي
- 35 - **فوریه** - ریاضي
- 36 - فراسنیه - فیزیائي
- 37 - **کاي** - **لوساک** - کیمیائي
- 38 - کیفار - مهندس
- 39 - کون - مهندس وصناعي
- 40 - هاي - اختصاصي معادن
- 41 - جامي - فیزیائي
- 42 - جوزلین - مهندس
- 43 - لاکرائنج - ریاضي
- 44 - لالاند - فلکي
- 45 - لامی - مساح
- 46 - لابلاس - ریاضي وفلکي
- 47 - لافوازیه - کیمیائي
- 48 - لاشاتیلیه - کیمیائي

- 49 - لافيرييه - فلكي
- 50 - لاجندر - مساح
- 51 - مالو - فيزيائي
- 52 - مونج - مساح
- 53 - مورين - رياضي وفيزيائي
- 54 - نافيه - رياضي
- 55 - بتي - مهندس
- 56 - بيلوز - كيميائي
- 57 - بردونيه - مهندس
- 58 - برييه - جغرافي ورياضي
- 59 - بوينو - رياضي
- 60 - بويسو - رياضي وفيزيائي
- 61 - بولونسو - مهندس
- 62 - بونسليه - مساح
- 63 - ريكنو - كيميائي وفيزيائي
- 64 - سوقاج - ميكانيكي
- 65 - شينيدر - صناعي
- 66 - سيكا - ميكانيكي
- 67 - ستور - رياضي
- 68 - ثينار - كيميائي
- 69 - تريسكا - مهندس وميكانيكي
- 70 - ترايجيه - مهندس
- 71 - فيكا - مهندس
- 72 - فرت - كيميائي



## مصادر إضافية وقراءات أخرى

Blau, Peter J., *Friction Science and Technology* (New York: Marcel Dekker, 1995).

Elert, Glenn, "Dielectrics," in *The Physics Hypertextbook*; see [hypertextbook.com/physics/electricity/dielectrics/](http://hypertextbook.com/physics/electricity/dielectrics/).

Gillmor, C. Stewart, "Charles Coulomb," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

James, Ioan, *Remarkable Physicists: From Galileo to Yukawa* (New York: Cambridge University Press, 2004).

Kovacs, J., "Coulomb's Law," Project PHYNET, Michigan State University: see [physnet.org/modules/pdfmodules/ml14.pdf](http://physnet.org/modules/pdfmodules/ml14.pdf).

Priestley, Joseph, *The History and Present State of Electricity* (London: J. Dodsley, J. Johnson, B. Davenport, & T. Cadell, 1767).

Shamos, Morris, *Great Experiments in Physics: Firsthand Accounts from Galileo to Einstein* (New York: Dover, 1987).

Wikipedia, "The 72 Names on the Eiffel Tower"; see [en.wikipedia.org/wiki/The\\_72\\_names\\_on\\_the\\_Eiffel\\_Tower](http://en.wikipedia.org/wiki/The_72_names_on_the_Eiffel_Tower).

## أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• لا أمل أبدا للقول بنزاهة نتائج الأبحاث العلمية ونقاها من الحكم المبيت واستباقية الاختيار والقرار، ولعلك في ذلك تفيق معي على ضرورة تصنيف الحقائق المفردة وجمعها معاً، بطريقة تتيح لنا ملاحظة العلاقة المشتركة بينها. واستنادا إلى ذلك فإن تصنيف القوانين التشابهة والمقاربة سيمهد لنا الطريق لاكتشاف قوانين أخرى أعم من سابقتها ومن ثم الربط المتجانس بينها.

رغم بساطة هذا الحوار ووضوحه، ظلت الإنجازات العلمية الفضة والقوانين الرائدة نادرة بندرة مكتشفها ممن تمتعوا بملكه الإلهام (إن صح التعبير). والآن لو لم يُركز هذا المكتشف الملهم أو ذاك، جُلّ جهده وتفكيره (ووفق تصوره المسبق حول حقيقة واحدة) فكيف يمكن أن تفسر مقدرته على التقاط حقائق بعينها من بين ثنايا ذلك الكم الهائل، والتراث الغني من الاكتشافات والتجارب المعقدة؟ تلك التجارب التي انصاعت (رغم تشابكها وتعقيداتها) بسهولة - وفي لحظة تسام وإلهام - لتفصح عن جوهرها (المعقد) ببساطة متناهية لتمكن المكتشف في النهاية من (أسره) بين حدي معادلة رياضية أو (ظفري) قانون، أبلغ صفاته البساطة والوضوح؟

اينشتين

Albert Einstein, (Induction and Deduction in Physics).

ألبرت انشتين في كتابه (المقدمات والاستنتاجات في الفيزياء).

- ... (نمكنا الركون وبثقة علمية عصية على التفتيد إلى الحقيقة القائلة) بأنه إذا صحت نظرية النسبية العامة لاينشتين، فلا بد لأي نموذج متماسك نقترح له للكون أن يحتوي على قوانين فيزياء موحدة وأزلية.
- والآن بعد أن سلمنا بضرورة ارتباط حقائق الكون بقوانين موحدة، أجد نفسي مؤمنا بأن قوانين الفيزياء تلك هي التي سترشدنا إلى نقطة بدايته.

#### هاوكنج

Stephen Hawking, (Black Holes and The Baby Universes).

ستيفن هاوكنج في (الثقوب السوداء والأكوان الفتية).

— لابد للدين المتين أن يستند إلى قوانين علمية.

#### وايتفيلد

Greg Witefield, quoted in post B. Basnet's (Nepal Becoming Mecca for Buddhist Studies), Kathmandu Post.

كريك وايتفيلد، منقول من كتاب (تحول النيبال إلى كعبة الدراسات البوذية) لبوست ب. باسنت. الناشر: كتمانندوبوست.

- خير ما نفسر به غرابة جزئيات الكم في تصرفاتها العصبية على المراقبة والتفسير هو بوضع نموذج محاكاة بسيط لماكنة الكون بثلاث مستويات.
- فعلى المستوى الأول (مستوى الأحداث والظواهر): تلعب قوانين الفيزياء دور الخوارزميات الموضحة لتتبع الأحداث المتسببة عن عمل تلك الآلة.
- وعلى المستوى الثاني (مستوى البرنامج المشغل): تلعب فيزياء الكم دور اللغة التي كتبت بها طريقة تشغيل تلك الآلة.

— أما المستوى الثالث (مستوى فهم وإدراك البرنامج المشغل): فنحن نراقب الآن آلة الكون ذاتها في حركاتها وتقلباتها، ولا توجد (لحد الآن) أي خوارزمية تفتح أمامنا أسرار صناعتها



وخلقها أصلاً.

باختصار فإن (فهم الكم) لا يدخل لا في برنامج المحاكاة ولا في المسبب للأحداث ولا في اللغة التي كتب بها. إن أصل فهم الكم هو في فهم (ما) أو (من) أوجد نموذج محاكاة الكون فعلاً.

James Platt, Personal communication, March 1, 2007.

جيمس بلات في اتصالات شخصية في الأول من آذار / مارس 2007.

• وهكذا جرت الأحداث وانقشعت الغيوم وبدأت قصة العلوم من تاريخها إلى حاضرها - وحتى إلى مستقبلها - كقصة متغيرة لا تستقر على حال، فهناك دوماً ما هو جديد من الإيضاحات والإضافات والتعديلات لكل ما هو قديم وحديث وجديد. تلاشي الزمن السرمدي والنهارت القوانين الأزلية، فكل ما حولنا الآن دائم التغير والتشكيل، أحداثاً ومعادلات وقوانين.

قد تصمد بعض الحقائق العلمية (وقوانينها) لقرون وقد لا يتجاوز صمود أخرى عاماً واحداً فتنهار، وهكذا حال العلوم: لا سرمدية لها ولا خلود لقوانينها وإنما هي حفنة من الرموز والأرقام يمكن دراستها وتطبيقها حين، ثم تطوى صفحة السجل عليها لتبدأ غيرها رحلتها كالتى سلفت. برزك

Robert Pirsig, (Zen and the Art of Motorcycle Maintenance)

روبرت برزك من كتاب - زين وهن صيانة السراجات.

• لعل ما يقيم صرح العلوم ويبرز بريقها هو الكون ذاته وما ينطوي عليه من نظام أخاذ. أما درة هذا النظام الفذ فهي (مجموعة القوانين الفيزيائية)، تلك القوانين التي لها جمال ورشاقة ودقة التعبير عما يخالج الكون بلغته، فهي وأختها (الرياضيات) تصوغان قوانين تصرفه بسلاسة وانضباط. والآن ألا يحق لنا أن نساءل عن منشئ هذه القوانين؟ من أين أتت؟ ولم اكتسبت شكلها المعروف؟... ألا يحق لنا أن نعبرها اللغة المشتركة التي تفسر لذهن الإنسان عجائب الكون؟ ألا تمنح مجموعها هذا النظام قابلية إيجاد وتطوير أنواع متعددة مختلفة من أنماط الحياة ونحن إحداها؟.

وأخيراً من نحن لنجيب على كل هذه الأسئلة؟... وألا يجدر بنا أن نتأمر ما حيناً ونجول بعيوننا ونقدح بأفكارنا (لفهم) تلك الأسئلة الأزلية المحيرة والعجيبة أولاً وقبل كل شيء؟، فضلاً عن التسرع والقفز للإجابة عليها؟...

دافيز

Paul Davies, (Laying Down Laws), The New Scientist.

بول دافيز في (استتباط القوانين) - نيو سينتست.



## قانون شارل للغازات

### CHARLES'S GAS LAW

فرنسا، 1787  

يتناسب حجم كمية معينة من غاز (عند ضغط ثابت) طردياً مع درجة حرارته المطلقة.

#### معاور ذوات علاقة:

(جوزيف لويس كاي - لوساك - JOSEPH LOUIS GAY-LUSSAC)، و(ليوناردو دافنشي - LEONARDO DA VINCI)، و(غلوام امونتونس وقانون احتكاكه - GUILLAUME AMONTONS, AND AMONTON'S LAW OF FRICTION).  
من أحداث عام 1787:

- أبحر في نهر ديلوير - (Delaware) أول قارب بخاري من اختراع (جون فتش - John Fitch).  
- اكتشاف الفلكي الانكليزي (وليام هرشل - William Herschel) اثنين من أقمار كوكب (يورانوس)<sup>(1)</sup>.  
- وافق المجلس الدستوري لولاية فيلادلفيا على معاهدة اعتماد دستور الولايات المتحدة فيها.

#### نص القانون وشرحه:

ينص (قانون شارل) والذي يعرف كذلك (بقانون كاي - لوساك) على تناسب الحيز الذي

(1) Uranus - وهو الكوكب رقم (7) في مجموعتنا الشمسية المؤلفة من (11) كوكبا سُمي القمرين أولاده لاحقا بـ [تيتانيا (Titania) و(أوبيرون - Oberon)]. راجع أصل ومعنى التسمية في مدخل (قانون بود لمسافات الكواكب) باب (الفضوليين فقط). و(تيتانيا) هو اسم (ملكة الجنيات الخيالات) في رواية شكسبير (حلم ليلة منتصف الصيف - A Midsummer Night's Dream) وقد أطلق على أكبر أقمار (يورانوس) وهو ثامن أكبر قمر في مجموعتنا الشمسية أما (أوبيرون) فهو أكبر ثاني قمر للكوكب (يورانوس) وسُمي كذلك على اسم إحدى شخصيات (شكسبير) في روايته السابقة أيضاً. (المترجم).

يشغله حجم معلوم من غاز ما طرديا مع درجة حرارته المطلقة<sup>(1)</sup>.

يُكتب القانون رياضيا على الشكل الآتي:

$$V = kT,$$

حيث  $V$  هو حجم الغاز تحت ضغط معين،  $T$  حرارته (بالدرجات المطلقة) و  $k$  ثابت. أول من نشر هذا القانون هو الكيميائي والفيزيائي الفرنسي [جوزيف لوي كاي - لوساك (Joseph Louis Gay-Lussac (1778 - 1850)] في عام (1802) بالاستناد إلى وإشارة لبعض الأعمال غير المنشورة للكيميائي والفيزيائي الفرنسي (جاك شارل - Jacques Charles) والتي تعود لعام (1787).

اكتشف العلماء إن معظم الغازات تتمدد بما يقارب  $1/273$  (حوالي 0.003663) من حجمها في درجة حرارة الصفر المئوي لكل زيادة بمقدار درجة مئوية واحدة في حرارتها. وقد لوحظت بعض الاختلافات الطفيفة جدا عن هذا المقدار عند إجراء الكثير من التجارب على مختلف الغازات، ومثال ذلك إثبات العالم الفرنسي [هنري - فكتور رينو (Henri - Victor Regnault (1878-1810)] أن ثابت تمدد الهيدروجين يبلغ (0.0036613) وثابت تمدد ثاني أكسيد الكربون يبلغ (0.0037099). ولكن بالنظر لضآلة هذه الفروقات فإن الرقم المقبول كثابت تمدد (لجميع الغازات) هو (1/273). وهنا تجدر الإشارة إلى أنه رغم الاتفاق على تساوي ثابت تمدد مختلف الغازات تقريبا، فإن ثابت تمدد السوائل والمواد الصلبة يمتاز دائما بتيابه الشديد.

عند ازدياد درجة حرارة غاز معين، تزداد حركة جزيئاته وتزداد قابليتها على تسليط قوة أكبر على جدار حاويته، عندئذ لابد لحاوية الغاز أن تتمدد - بتمدد حجم الغاز المحصور داخلها - متى ما استطاعت لذلك سبيلا. وقد تمت الاستفادة من هذه الظاهرة في استعمال الهواء الساخن لملء المناطيد، فكلما ازدادت حرارة الهواء الداخل إلى المنطاد، كلما زادت

(1) (درجة الحرارة المطلقة): هي المقاسة بدرجات كلفن والصفر المطلق في هذا المقياس يساوي (-273) درجة مئوية سلسية (مئوية) - (الترجم).



حركة جزيئاته داخله وزادت سرعاتها فيزداد حجمه،... وبازدياد حجم الهواء داخل المنطاد تتخفّض كثافته فيرتفع عن سطح الأرض (يطير)، وعكس ذلك فإن انخفاض حرارة الهواء داخله سيؤدي إلى انكماش حجمه وإلى ارتفاع كثافته فيهبط.

بالإمكان التعبير عن قانون شارل كما يلي:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

يمثلان حجم وحرارة الغاز قبل وبعد تغييرهما.

وبإمكانك ملاحظة عدم حاجتنا لمعرفة ثابت أي غاز عند التطبيق العملي لهذا القانون نتيجة لإسقاطه عند الحساب.

واليك مثالا رياضيا بسيطاً:

لنفرض أن لدينا (2.5 لتر) من غاز معين درجة حرارته (15 درجة مئوية) وضغطه يبلغ ضغطاً جويًا واحدًا<sup>(1)</sup> وأردنا أن نعرف حجمه إذا ما سخن إلى (40 درجة مئوية) مع الاحتفاظ بالضغط المسلط عليه عند مقدار الضغط الجوي الواحد.

لحل هذا المثال نلاحظ ثبوت ضغط الغاز وتغير كل من حجمه وحرارته.

أولاً لابد من تحويل درجة الحرارة من مقياسها المئوي إلى درجات حرارة مطلقة حسب مقياس (كلفن) وذلك بإضافة (273) للحالتين:

رياضياً نقول:

$$2.50L \div 288^{\circ}K = V_2 \div 313^{\circ}K$$

$$V_2 = 2.72L$$

وعليه فإن زيادة ضئيلة في الحرارة أدت إلى زيادة ضئيلة في الحجم.

(1) وهذا ما يساوي (76 سنتيمترا) من الزئبق عند سطح البحر (المترجم).

### للفضوليين فقط:

- في عالم المناطيد، يعتبر شارل المخترع الحقيقي (للجعبه - Nacelle) وهي السلة المتعلقة أسفل البالون بحبال والمثبتة في محلها بـ (الشبكة المدعمة بالنطاق الحديدي - hoop) والتي تحمل ما فيها من المسافرين وأمتعتهم.
- استشاط بعض الفلاحين الفقراء فرقا لدى هبوط أحد مناطيد (شارل) ذات مرة وطفقوا يمزقونه إربا جازمين إنما هو من لعنات الشيطان حطت على أرضهم من السماء.

### أقوال ماثورة:

- لا نعرف عن عائلة (شارل) ولا عن طفولته شيئا، كل ما نعرفه أن تعليمه كان عشوائيا ولا علميا ولم ينشر (شارل) ما يستحق الذكر.

#### كوف

J.B.Gough, (Jocques Chartes), in Dictionerg of Scientific Biogrophy.

ج.ب كوف - (جاك شارل) في (معجم سير العلماء الذاتية).

- سلب ما رآه شارل (وهو معلقا في بالونه) لُبّه حيث كانت تجربته فريدة وشعوره طاغيا فما أن حط على الأرض حتى قفز من سلته مزهوا جذلا وهو يهتف بالجماهير التي التفت من حوله محدقة بهذه المعجزة الإلهية التي حطت عليهم مما بين الغيوم: «لن يهمني بعد اليوم ما تفعلونه بأرضكم هذه إنها السماء مملكتي من اليوم، يالها من تجربة رائعة وياله من منظر أخاذ!!».

#### هاملن

Richard Hamblyn, (The Invention of Clouds).

من كتاب ريتشارد هاملن (اختراع الغيوم).

### ملخص لسيرة حياة المكتشف:

- [جاك شارل (1746 - 1823) Jacques Charles]. رياضي وفيزيائي ومخترع



فرنسي درس خصائص التمدد الحراري للغازات، وكان أول إنسان ارتفع في منطاد مليء بالهيدروجين (عرافة نيكولاس روبرت - Nicolas Robert).

ولد (جاك شارل) في مدينة (بوجنس - سو - لوار Beaugency-sur-Loire) الفرنسية حيث مارس أبحاثه وتجاربه في مختلف حقول العلم والمعروفة آنذاك، من كهربائية وغازات ومناطيد طائرة. لا نعلم عن عائلته ولا عن نشأته إلا القليل ولكن ما نعلمه أن تعليمه كان بدائياً ولم يدرس العلوم في صغره وإنما بدأ حياته العملية كموظف حكومي بوظيفة متدنية لم ترض طموحه فلم يجد رؤوسه بدأ من طرده منها.

شُغف (شارل) منذ نعومة أظفاره بتعلم العلوم ذاتياً وممارسة ما يمكن من تجارب والتي لا تحتاج إلى الكثير من الرياضيات المعقدة، وواظب على اجتهاده وقرائاته حتى تحول إلى محاضر علمي مرموق بعد مرور سنتين فقط، حيث جذبت محاضراته في الفيزياء والكيمياء العديد الجلم من الحضور لسلاستها وبساطتها وللفوائد الكثيرة المستقاة منها... فاشتهر حتى انتخب عضواً في أكاديمية العلوم الفرنسية في عام (1795)، ثم ما لبثت أن أصبح أستاذ الفيزياء التجريبية في (الكونزرفتوار دو آرغت أماتير - Conservatoire des Arts et Metiers) أكاديمية الحرف والفنون. تزوج في عام (1804) من امرأة كل ما نعرفه عنها أنها وصفت بشابة حسنة جذابة!.

لقد اشتهر (شارل) بين معاصريه بشطحاته وباختراعاته الغريبة ومغامراته في عالم المناطيد والعلوم التطبيقية الأخرى... فمما يذكر عنه أنه مارس واخترع وجرب العديد من الأفكار والأطروحات فكان رائداً على سبيل المثال لا الحصر في:

- تشجيع ومناصرة فكرة إبدال هواء المناطيد بغاز الهيدروجين لحفته.
- اختراع الصمام الأنبوبي، وهو الذي يمر جزءاً من غاز المنطاد لإنزاله.
- اختراع (الفضلة أو الزائدة - Appendix) وهو الاسم الذي أطلقه على أنبوب تنفيس يلحق بالمنطاد أثناء نفخه يعمل على تمرير مازاد من غازه تلافياً لانفجاره.
- اختراع (المكبرة - Megascop) وهو جهاز لعرض وتكبير صور الأشياء.

- اختراع جهاز لقياس زوايا البلورات.
- كما طور الطرق والإمكانيات لمعاملة الأقمشة والأنسجة لكي يقلل من مساميتها ويجعلها قابلة للاحتفاظ بغاز الهيدروجين داخلها لأطول فترة ممكنة.

لقد كانت حكاية طيران أول منطاد له في عام (1783) وبحق حكاية جديرة بالذكر والتمعن لطرافتها وغرابتها معا، فلقد راقب الآلاف من المتفرجين والمعجبين (بين مصدق ومكذب) ارتفاع أول منطاد اخترعه (شارل). واصل هذا المنطاد ارتفاعه إلى ما يقارب الـ (3000) قدم (914 مترا) إلى أن حط أخيرا، عند الغروب في حقل خارج باريس، حيث سرعان ما هرع إليه الفلاحون مذعورين ومتطيرين وطفقوا يقطعونه إربا. لم يخطر على بال السكان آنذاك إلا حقيقة أن ما يرونه ما هو إلا صنعة شيطان رجيم، ورجز خبيث من عمله، بل وأقسم الكثيرون منهم موقنين بأن ما رأوه إنما هو وحش من السماء لما سمعوا له من إوار وحشرجة وما شموا من ريح خبيثة منبعثة منه!

كان ملء المناطيد بالغاز عملا شاقا مخوفًا بالمكاره والأخطار بكل ما تعنيه الكلمة من معنى. كتب (شارل م إيفان - Charles M. Evans) في كتابه الشهير (قصة المناطيد في الحرب الأهلية: جهاد رواد الهواء) ما يلي:

((تألفت مولدة شارل البدائية لإنتاج غاز الهيدروجين من برميل خثيبي ضخيم وبرادة حديد.... جاهد (شارل) وصبر كثيرا حتى تمكن من ابتكار الطريقة المثلى لثبيت (الصفافات) الملائمة لثبيت الفتحات المناسبة على أعلى البرميل بطريقة تمكنه من صب حامض الكبريتيك فوق برادة الحديد بأمان، ليأذن ببسء التفاعل الخطر لإنتاج غاز الهيدروجين، ومن ثم توجيهه بحذر شديد - خوفا من التهابه - إلى بالونه الجاثم قريبا منه. ولك أن تتصور صعوبة وخطورة عملية نفخ المنطاد إذا علمت أنها غالبا ما تستغرق حوالي أربعة أيام يداوم شارل خلالها - وبلا هوادة - على صب ما يقارب (200) لترًا من الحامض المركز على طن من البرادة)).

من هنا انطلق الهوس بالمناطيد وملاحتها وإليك بعض محطاته:



• (1784) - ارتفع كل من (جون جفريز - John Jeffries) و(جين بيير ف. بلا نشارد - Jean Pierre F. Blanchard) محلقين على متن منطاد مليء بالهيدروجين، وجابا أجواء بريطانيا على ارتفاعات متباينة حرصا خلال رحلتهم الفريدة تلك على تسجيل بعض درجات الحرارة والرطوبة على تلك الارتفاعات.

• (1785) - سجل المغامران السابقان في شهر كانون ثاني (يناير) من هذا العام أول عبور بشري ناجح للقنال الإنكليزي بمنطاد.

• في شهر حزيران (جوان) من نفس هذا العام حاول (جين فرانسواز بلياتخ دو روزي - Jean Francois Pilatre de Rozie) و(بيير رومين - Pierre Romain) عبور القنال من الجانب الفرنسي إلى بريطانيا فأعدا عدتيهما بمنطاد مركب من بالون غاز كبير في الأعلى ومنطاد هواء حار في الأسفل. ولكن شاء القدر أن يخط نهايتيهما عند بلوغهما ألف متر ارتفاعا، حين انفجر المنطاد وأكلته ألسنة النيران وبذلك سجل (روزي ورومين) أول حادث وفاة بمنطاد في التاريخ.

• أما أول امرأة حلقت بمنطاد فقد كانت الفرنسية (ماري ثيبيل - Marie Thible) من ليون وذلك في عام (1894) حين حلقت إلى ارتفاع (8,500 قدم) خلال فترة (45 دقيقة).  
• وأما أول محاولة تخليق في العالم الجديد فقد قام بها (بلانشارد) سابق الذكر بمنطاده الذي أدهش الأمريكيان وكان بين مشاهديه الرئيس (جورج واشنطن) شخصيا.

• ابتدع شارل (صرعة) الطيران بالمناطيد إلا أنه (ورغم شهرته الذائعة) لم يُجهد نفسه عناء نشر اكتشافاته العالمية ولم يُعرف قانون غازاته الشهير إلا بعد أن نشره للعيان (كاي - لوساك) في عام (1878). وله يعود الفضل أيضا في تحسين وتطوير بقية تجاربه.

من الملاحظ هنا بشأن الغازات نقطتان: أولا هما:

أن العلاقة بين الضغط (P) درجة والحرارة المطلقة (T) والتي تكتب على شكل، (P = kT) هي علاقة نمطية غير معقدة وأنها تسمى خطأ (بقانون كاي - لوساك).

وثانيهما سبق قيام الفيزيائي الفرنسي [غولوم امونتون (Guillaume 1663 - 1705)]

[Amontons] بالعديد من الأبحاث حول العلاقة بين ضغط الغازات ودرجات حرارتها رغم عدم قدرته الحصول على محارير دقيقة، وقد قام بالفعل بإثبات حقيقة ازدياد ضغط الغاز بارتفاع حرارته عند ثبوت حجمه ومقداره. لقد اكتشف (امونتون) هذا علاقة مهمة أخرى والتي تسمى من قبل البعض بـ (قانون امونتون) والتي تختص بالاحتكاك بين سطحين... حيث استطاع أن يثبت تناسب قوة الاحتكاك بين سطحين مع القوة العمودية المسلطة عليهما، واقترح إيجاد معامل الاحتكاك (وهي صفة خاصة بالأسطح ذوات الشأن ولا علاقة لها لا بحجميهما ولا بمساحة التماس بينهما). ومن الجدير بالذكر هنا تسجيل سبق (ليوناردو دافنشي - Leonardo da Vinci) للجميع في التفكير بمثل هذه العلاقات ولكن فضل اكتشافها فلا شك يعود وبلا منازع لصاحبنا (امنتون).

شهد فجر القرن الواحد والعشرين العديد من الدراسات والتجارب لاكتشاف مدى صلاحية تطبيق (قانون امنتون) عند استخدامه لقياس تصرف المواد بمقاييس صغيرة ومتناهية في الصغر تتراوح بين عدة مليمترات وعدة نانومترات<sup>(1)</sup>.

تصاعد اهتمام الباحثين والعلماء بتطبيقات (قانون امنتون) اليوم خصوصاً بعد تطور عصر المعلوماتية والحاسوب وبالأخص قسمها المختص بالجانب الصلب (Hardware) كالأنظمة الإلكترونية الميكانيكية الميكروية (Micro - Electromechanical Systems - MEMS)، والمقصود بها الأنظمة الميكانيكية الدقيقة المستعملة في طابعات الحواسيب السريعة وفائقة السرعة كممثل طابعات الحقن (Ink Inject) والدوائر الإلكترونية الدقيقة المختصة بقياس تعجيل السرعة واللازمة لهندسة دقة أنظمة تفجير أكياس الهواء (Air Bags) في مقود السيارات وأمام المقاعد عند الضرورة. أما الأنظمة (الإلكترو ميكانيكية الميكروية) فتعرف بأنها أساليب تصنيع متناهية الصغر والدقة تستعمل فيها

(1) Nanometer - (النانومتر) - وحدة قياس تساوي واحد من ألف مليون جزء من المتر الواحد (10<sup>-9</sup> - مرفوعة إلى الأس السالب التاسع من المتر). (المترجم).



الروبوتات المبرجة مسبقاً لضم العديد من الأجزاء الميكانيكية الدقيقة والمجسات ودوائر الترانزستور ضمن لوحة سليكونية صغيرة ومنتهى السرعة والكفاءة.

من المتوقع ألا يستجيب (قانون امتنتون) لتفسير ودراسة التطبيقات الإلكترونية وميكانيكية المتناهية في الصغر (بحجم رأس دبوس مثلاً أو أصغر)، وذلك لأن هذا القانون كان قد صمم وطبق في صناعة المكائن التقليدية ودراسة الاحتكاك المتولد بين المتحرك من أجزائها والتآكل الناتج عن ذلك. [ وللاطلاع على المزيد فيما يخص علم الاحتكاك (Tribology) في هذا الكتاب لاحظ مدخل (قانون كولوم في الاحتكاك) في صدر حديثاً عن (كولوم). ]

دعني أعود بك إلى جانب مهم من حياة (جاك شارل)، فقد كان للرجل روحاً وثابة ترنو إلى المغامرة والاكتشاف والمتعة. وكان محباً للحياة، خبيراً بسبلها، ذواقاً لمشاربها. ولعل الطفل الحالم داخله وجد أكبر متنفس لتحرره وانعتاقه في اختراعه، وهذا ما يعكسه بوضوح فرحه العامر وبهجته الطاغية خلال تحليله عالياً بمناطيدته.

لقد وصف (ريتشارد هامبلن - Richard Hamblyn) شعور (شارل) ومقدار غبطته خلال إحدى رحلاته الانفرادية في السماء وصفاً رائعاً في كتابه ذي العنوان الطويل والغريب وهو (كيف صاغ هاوي النيازك لغة التفاهم مع السماء: الاختراع الأمثل لامتطاء غيوم الفضاء)، والذي جاء فيه:

((لم يصدق أبداً ما رأيته عيناه حتى كاد يعيد كلامه مرات ومرات لنفسه ليؤكد لها وعيها، لقد انحصر ذلك المشهد الخلاب في ذهنه وتشربت به جوارحه حتى صار جزءاً لا يتجزأ من فكره وكيانه. لقد طار فعلاً، كما لم يطر (لا هو ولا أي إنسان من قبل). لقد فكر وخطط بدقة كي تبدأ رحلته عند الغروب (وكانه أراد أن يصنع الفجر بيديه!) وحاول هذه المرة استعادة منظر الغروب ثانية، فاستمر بالارتفاع والارتفاع حتى لاحظ لناظره الشمس مرة أخرى، انتشى بهذا السراب الخلاب وملأ حدقيه بمرآة. أما يراه حقيقة؟؟ أيمكنه حقاً رؤية الغروب مرتين؟؟... استمر بالمراقبة والتمعن واستزاد منه حتى غابت الشمس ثانية، فما كاد يحط على الأرض بمنطاده أخيراً ويخرج من سلته سالماً... حتى كانت التجربة الفريدة قد غيرت الإنسان داخله فأصبح غير الإنسان،

وملأ الانبهار داخله كما لم يحدث له من قبل!... كيف لا وقد أدارت الشمس ذاتها وجهها عنه، خجلا منه مرتين كما لم تفعل لبشر قبل الآن!)).

وافقت الأمانة العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1976) على إطلاق اسمه على إحدى فوهات جبال القمر والبالغ قطرها (كيلو متر واحد) فصار اسمها (فوهة شارل) منذ ذاك وإلى الأبد...

### مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Evans, Charles, *War of the Aeronautes: The History of Ballooning in the Civil War* (Mechanicsburg, Pa.: Stackpole Books, 2002).

Gough, J. B., "Jacques Charles," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

Hamblyn, Richard. *The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies* (New York: Picador, 2001).

### أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• نعلم يقينا أن هناك مشاهدات وحقائق لا يمكننا أبدا إثباتها منطقيا رغم بدهتها، فما بالك بأخرى قد يتطلب إثباتها ما ليس في نطاق قابليتنا الذهنية ولا الفكرية... أو هي خارج نطاق حواسنا أصلا. والآن ما رأيك بتفاصيل قد يستوجب إثباتها ملايين الصفحات؟ بل ما رأيك بأخرى بحاجة إلى ملايين ملايين الصفحات؟ إن كان للإدراك البشري حدود (وبأي شكل من الأشكال)، ألا تتفق معي أنه ستكون هنالك براهين لتفاصيل وحقائق ستظل تحوم دائما خارج نطاق منطق واستيعاب ذلك الإدراك ولن تتمكن من إثباتها قط؟؟

كلاوسن

Calvin Clawson. (Mathematical Mysteries).

مقتطف من كتاب كالفن كلاوسن، (الرياضيات وغوامضها).

• تمثل القدرة للمتدين، النموذج الأمثل للإله (جل وعلا) كخالق المصروف بكافة خلقه وقوانين الكون. والآن إذا ما فرضنا أن الكون كمادة وجماد... وكل ما تتألف منهما من مشغقات وكائنات،



ما هي إلا مخلوقات منقادة لقوانين الطبيعة التي خلقها واجده (سبحانه)، ألا توافق معي عندها، أنه وحده سيكون القادر على تعليق أو إيقاف مثل تلك القوانين ولو لفترة محدودة من الزمن؟، وحينئذ فقط، سيسمح وحده (سبحانه) بحدوث المعجزات؟؟.

أليس

Brain Ellis, (The Philosophy of Nature, A Guide to the New Essentials).

مقتطف من كتاب براين اليس، (فلسفة الطبيعة، دليلك إلى الاحتمالات الجديدة).

• هل لك أن تخمن وتخزر ما هو أجمل وأروع ما نخبئه لنا غوامض الأحداث والأمور؟... إنه المجهول.. وذلك المجهول هو - وبلا أدنى شك - إلهامنا الخالد للإنجاز روائع الفن واكتشاف ثوابت العلوم وتذوق تجليات الفلسفة. إن كل من لا يتمتع بحس المغامرة أو رغبة المحاولة لإدراك المجهول وتذوق طعمه، وكل من لا يقف حائراً متفكراً أمام دقائق هذا الكون محاولاً فهمها، فهو والميت سواء بسواء... كلاهما يعيون مغمضة وعقول معطلة.

اينشتاين

Albert Einstein, (What I Believe), Forum and Century.

مقتطف مما كتبه ألبرت اينشتاين في (إيماني بما أعتقد). تجليات الفلسفة.

• اعتبر (شخصياً) الرياضيات كأحد أهم الإنجازات البشرية عمقاً، فهي تعكس الحقيقة وهي شديدة القرب منها. لقد بدأت الرياضيات مع بدء تبلور إدراك البشر، فلقد باشر استخدامها بالعد على أصابع يده الواحدة وبعد ذلك بأجيال استخدمها حينما وطئت قدماه القمر. كانت (الرياضيات) ولا تزال طريقنا الأمثل للفهم والإبداع والتعامل مع الأشياء وإدراك كنهها.

ولا أستبعد مطلقاً أن يكون للإدراك ذاته وجه رياضي سترجم لنا يوماً ما الحوار الذي يدور بين محاور عصبونات أدمغتنا إن عاجلاً أم آجلاً. أنا لا ألتحق مع الرأي القائل بأن تفكيرنا البشري ما هو إلا مسلمات محدودة وغرائز مجردة زُرعت في عقلنا الباطن لينقلها عقلنا الواعي. أنا أؤمن أن عقلنا البشري هو عبارة عن مجموعات لا متناهية من المصفوفات الرياضية كانت وستظل دائماً قادرة على الإبداع. نعم، سيبقى تاريخ البشرية ومستقبلها قادراً على تسجيل ظهور النوابع والأفذاذ كأبطال حقيقيين على مسرح الوجود،

على عاتقهم تقع مسؤوليات التغيير والتنوير ودفع شعلة الفكر إلى الأمام وإدامة إوارها .  
لقد أتحفنا التاريخ بـ (ارخميدس) و (نيوتن) و (كولوم)، كما أتحفنا بـ (آلان تيورنك - Alan Turing)<sup>(1)</sup> الذي فك شفرة (المارشال رومل) فأطلع الحلفاء على مضامين كافة رسائله السرية ومكنهم من مهاجمة قوات المحور المنسحبة إلى برلين وبـ [جون فون نيومن - John von Neumann] (صاحب فكرة «القبيلة» من ارتفاعات شاهقة) وسيظل يتحفنا بنوابغ أمثال (اينشتين) و (هاوكينغ).

مانن

Yuri I. Maning, (Mathematical Knowledge, Internal, Social, and Cultural Aspects), March 2007.

يوري أي. مانن في كتابه، (المعارف الرياضية وتطبيقاتها الداخلية والاجتماعية والحضارية. آذار (مارس) 2007.

(1) (23 حزيران (يون) 1912 - 7 حزيران (يون) 1954) منطقي ورياضي وخبير شفره وعالم حاسوب إنكليزي لامع، كان له مشاركاته في علوم الحاسوب واستعمال (اللوغارتم) فيها وفي اختراع آلة حملت اسمه (Turing Machine) أسست لصناعة الحواسيب. كان له باع طويل في كسر الشفرة البحرية الألمانية وإسقاط ألهم المعجزة المستعملة في ذلك (Enigma Machine)، ساء تصرفه وسيئت معاملته وأنهى حياته بتناوله مادة (السيانيد) قبل أن يبلغ عامه (42). قدم رئيس وزراء بريطانيا (كوردن براون - Gordon Brown) اعتذار الحكومة البريطانية الرسمي له بتاريخ (10 أيلول (سبتمبر) من عام 2009. (الترجم)

الحسين

الكتاب عبارة عن سفر غني ثرّ مثل جولات  
مستفيضة ومختصرة ومناقشات مفهومة  
وأخر غامضة، وسجلات ناجحة وغيرها  
فاشلة.. ما بين مبدعين أقل ما وصفوا به  
هو الأملية والعبقرية.

سيقاد ذهنك ويؤخذ لبك في رحلة شيقة  
معطاء ليس أقلها التعرف على (معنى  
الحقيقة حقاً)، و(متى سيكتشف القانون  
الأخير في الكون؟)، وكيف تتذوق (إثبات  
جمال الرياضيات ورشاققتها)، و(إدراك  
فضلها على سائر العلوم)، فضلاً عن  
معرفة (الآماكن التي عاش فيها مكتشفو  
القوانين ومبدعوها) ومعايشة (صبرهم  
ومعاناتهم) ومن ثم اكتشاف سر (أشهر  
عشر معادلات رياضية حملتها طوابع  
نيكاراجوا البريدية)!

كما ستتعرف على مبدأ الشك  
(لهيزنبرك)، والمعادلات الموجية  
(لشرودنجر)، ومعادلات المجال  
(لأينشتاين) ونظريته في النسبية، وما  
يراه (هاوكنج) بصدد هندسة ومصير  
الكون وتوصيفه لثقوبه السوداء، و(دلو)  
لتطورها البيولوجي، وعشرات غيرها.